Llibre d'Actes



STEM

PER A LA CIUTADANIA

II CONGRÉS CTEM

DE LA COMUNITAT VALENCIANA

Burjassot 9 i 10 de novembre 2018

GENERALITAT VALENCIANA
Conselleria d'Educació, Cultura i Esport

cefire

Edita: Generalitat Valenciana. Conselleria d'Educació, Cultura i Esport
ISBN: 978-84-482-6469-7

Els dies 9 i 10 de novembre de 2018 va tenir lloc el II Congrés CTEM de la Comunitat Valenciana. El lema "STEM per a la ciutadania" va ser tota una declaració d'intencions: mostrar que l'educació en ciència, tecnologia i matemàtiques podia servir per a alguna cosa més que despertar vocacions científiques per a formar obrers especialitzats que cobriren la futura demanda d'ocupacions en aquestes disciplines. Quina cosa ens aporta, doncs, l'educació STEM?

En primer lloc proporciona a les persones coneixement útil per a desenvolupar el pensament crític. La ciència, la tecnologia, les matemàtiques, no són assumpte d'uns pocs privilegiats, no són uns arcans únicament comprensibles, desxifrables, per als escollits. El coneixement científic té en la seua naturalesa la vocació de ser compartit. I quina millor manera de fer-ho que des de les aules. L'única manera de formar a ciutadans responsables i lliures, és fent-los participes de la generació de coneixement. Ciència ciutadana, sostenibilitat, ciència en context... són algunes de les idees que es van desenvolupar en el congrés apuntant en aquesta direcció.

I en segon lloc, el coneixement científic és una poderosa eina per a la inclusió. La forma de treballar en ciència, tecnologia i matemàtiques permet incorporar metodologies inclusives de manera natural, mitjançant el treball per projectes, la indagació i la resolució de problemes. Els projectes europeus o internacionals, les experiències d'aprenentatge-servei, la diversitat de gènere... són alguns exemples que es van poder veure en el congrés i que van demostrar que les metodologies educatives, noves o antigues, creixen i es fan significatives quan s'omplin de continguts STEM.

El congrés es va estructurar en diversos formats de trobada, de manera que permetera desenvolupar aquestes dues idees primigènies, mostrant en ventall la gran diversitat de propostes i iniciatives. En cadascun d'ells, els participants van aportar materials de gran valor, que es troben a la disposició de la comunitat educativa en l'enllaç http://mestreacasa.gva.es/web/cefireambitctm/diversitat. Aquestes actes del II Congrés CTEM de la Comunitat Valenciana vénen a completar aquests materials, en oferir-nos un desenvolupament més extens i profund dels temes tractats per alguns dels participants en el congrés.

Espere que siga d'utilitat per al professorat, i que servisca de motivació en la seua tasca docent.

Elena Thibaut Tadeo

Directora Cefire Científic, Tecnològic i Matemàtic



Los días 9 y 10 de noviembre de 2018 tuvo lugar el II Congreso CTEM de la Comunidad Valenciana. El lema "STEM para la ciudadanía" era una declaración de intenciones: mostrar que la educación en ciencia, tecnología y matemáticas podía servir para algo más que despertar vocaciones científicas para formar obreros especializados que cubriesen la futura demanda de empleos en estas disciplinas. ¿Qué aporta, entonces, la educación STEM?

En primer lugar proporciona a las personas conocimiento útil para desarrollar el pensamiento crítico. La ciencia, la tecnología, las matemáticas, no son asunto de unos pocos privilegiados, no son unos arcanos únicamente comprensibles, descifrables, para los elegidos. El conocimiento científico tiene en su naturaleza la vocación de ser compartido. Y qué mejor forma de hacerlo que desde las aulas. La única manera de formar a ciudadanos responsables y libres, es haciéndoles participes de la generación de conocimiento. Ciencia ciudadana, sostenibilidad, ciencia en contexto... son algunas de las ideas que se desarrollaron en el congreso apuntando en esta dirección.

Y en segundo lugar, el conocimiento científico es una poderosa herramienta para la inclusión. La forma de trabajo en ciencia, tecnología y matemáticas permite incorporar metodologías inclusivas de forma natural, mediante el trabajo por proyectos, la indagación y la resolución de problemas. Los proyectos europeos o internacionales, las experiencias de aprendizaje-servicio, la diversidad de género... son algunos ejemplos que se pudieron ver en el congreso y que demostraron que las metodologías educativas, nuevas o antiguas, crecen y se hacen significativas cuando se llenan de contenidos STEM.

El congreso se estructuró en diversos formatos de encuentro, de manera que permitiera desarrollar estas dos ideas primigenias, mostrando en abanico la gran diversidad de propuestas e iniciativas. En cada uno de ellos, los participantes aportaron materiales de gran valor, que se encuentran a disposición de la comunidad educativa en el enlace http://mestreacasa.gva.es/web/cefireambitctm/diversitat. Estas actas del II Congreso CTEM de la Comunidad Valenciana vienen a completar estos materiales, al ofrecernos un desarrollo más extenso y profundo de los temas tratados por algunos de los participantes en el congreso.

Espero que sea de utilidad para el profesorado, y que sirva de motivación en su tarea docente.

Elena Thibaut Tadeo

Directora Cefire Científic, Tecnològic i Matemàtic



ÍNDEX

CONFERÈNCIES

El marco STEM y la ciudadanía competente
Jordi Domènech-Casal..... 11

Divulgación científica, educación y sociedad: una perspectiva global
David Ibáñez Gil de Ramales..... 25

PÍNDOLES

Activitats STEM amb Arduino
José Ramón Pintos, Juan José Ruiz..... 41

Aras de los Olmos, la aventura del conocimiento a través de una pequeña gran historia
Joaquín Martín Cubas..... 59

Bee-bot como entorno para la resolución de problemas en primeras edades escolares
Pascual D. Diago..... 85

Comunidad de centros sostenibles: hacia un modelo participativo y democrático
Mónica Ortiz Bonanad, Vicente Iranzo García..... 99

I si les matemàtiques es munten la seua pel·lícula?
Lluís Bonet Juan..... 123

Les eleccions: Punt de partida per fer recerca a Secundària
María del Pilar Menoyo Díaz..... 131

Una aproximación al volumen de una cuádrica a través de sus secciones
María García Monera..... 153

COMUNICACIONS

Agenda 2030: Proyecto ABP "Almuerzo saludable"
Josefa López Vila, Raquel Domingo Corral..... 171



Análisis de garantías y grado de certidumbre. Herramientas epistémicas para el trabajo con pseudociencias en el aula

Jordi Domènech-Casal..... 193

Calendario Matemático. Medioambiente y matemáticas para la diversidad en el aula

Adela Jaime Pastor, Silvia Andrés González, Elena Cubes Catalá, Julio José Ramírez Viñoles, Cristina Romanillos Cervera, Ana Belén Soria Pérez..... 201

De la idea STEM al proyecto de Escuela 2.0

Enric Torres Barchino..... 217

Educación científica y ciencia ciudadana en fiestas masivas: el proyecto Synapsis UV-FPJ

Daniel García-Costa, Francisco Grimaldo, Lucía Hipólito, Yolanda Campos-Jurado, Emilia López-Iñesta..... 241

Indagando sobre motores térmicos

Francisco Savall Alemany, Míriam Esparza Garcia, Sergio Rosa Cintas, Juan Francisco Álvarez Herreros, Caronina Nicolás Castellano. 251

Monitors de l'EMMA, una experiència de comunicació matemàtica

Concha Alba García, Juan Carlos Femenía, Juan Antonio Pérez Poquet..... 267

Murciélagos 3.0

Mª Victoria Herreras Belled, Rosa Ana Soler Carceller..... 277

Nidos en la rambleta y arboretum misericordia, una experiencia de aprendizaje servicio para la inclusión social

Ana Muñoz Ortí y Pino Manzano Sosa..... 305

Raising attainment using sole in Mathematics. ERASMUS +

KA2 PROJECT: 2017-1-UK01-KA201-036777

Raúl Abellán Agustín, Josep Miquel Lemus, Pilar Damas Susí, Aranzazu Carretero Candel, Josefa María Barber Alvado, Isabel de Gracia Hernández, Laia Campos, Elena Mª Ases Ramón, Mª Asunción Hernández Ubert, Enric Tudela Lara, Mª Carmen Abril Moncho, Dolores Lorente Llinares, Dolors Carbonell Rodríguez, José Luis Aparicio Aparicio, Óscar Peiró Sanz, Natividad Gómez Ibáñez, Vicent Magraner Peris, Àngela Sellens Pérez i Mª Dolores Hernández Ubert... 309



Realidad Aumentada: nueva tecnología multimedia interactiva aplicada a la didáctica de la asignatura Física y Química

María Luisa Roqueta Buj..... 317

PÒSTERS

Colors a l'institut

Jose Antonio Badenes March, Sara Cerro Lloria, Guillermo Monrós Tomás, Mario LLusar Vicent..... 333

Disseny de barrets geomètrics: Proposta de treball i avaluació cooperativa

María del Pilar Menoyo Díaz..... 341

Ecoauditoria energética del IES Politècnic de Castelló

MªAngeles Sos Rochera, Joaquim Canales Leiva..... 361

El trabajo por proyectos para el desarrollo de la igualdad y la resolución de problemas

Diana Marín Suelves, María de la O Chordi García y Elena Belenguer 365

Estudi de la llei exponencial de càrrega i descàrrega d'un condensador

Diego Navarro Sanz..... 377

La diversitat de gènere a les disciplines CTEM: experiència de la ETSE-UV

Silvia Rueda, Carmen Botella, Emilia López-Iñesta, Paula Marzal..... 397

La educación CTIM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) a través del proyecto europeo Scientix

Emilia López-Iñesta, Ismael Orquín Serrano, Raquel Parrondo Rueda, Javier Alabau- Gonzalvo..... 411

Las elecciones académicas de las estudiantes y los estudiantes del siglo XXI. Estudio en el IES Lluís Simarro de Xátiva

Otilia Val Castillo..... 425

Las salidas de campo como método integrador en secundaria

Monzó Garrido, Sandra y Mayoral García-Berlanga, Olga..... 447



Producción de fármacos: Un taller interdisciplinar de ciencia en contexto

Asunción Navarro Llopis..... 455

Què saben de STEM els futurs docents de tecnologia?

Ortega-Torres, Enric..... 467

Tecnologia: disseny i construcció de contenidors de reciclatge

MªAngeles Sos Rochera, Joaquim Canales Leiva..... 473

Tecnologia: ecoauditoria lumínica dels espais de treball

MªAngeles Sos Rochera, Joaquim Canales Leiva 477

Trabajo colaborativo, CLIL y ABP en la enseñanza plurilingüe de la Biología. Una década de práctica en las aulas del IES Riu Túria 483

Isabel García Ferrer

Trencant guions. Activitats de ciències amb Arduino

Juan José Ruiz Ruiz, José Ramón Pintos Taroncher..... 503

Uso de la unidad "la función de relación" para introducir la neuroeducación en el aula de 3º de la ESO

María Ángeles Gómez Climent, Samuel Hernández González, Carlos Caurín Alonso..... 509

EXPOSITORS

Desaladora solar en tecnologia de la ESO

MªAngeles Sos Rochera, Joaquim Canales Leiva..... 525

METODOLOGÍA ARCO IRIS. La práctica del currículum matemático en Educación Infantil

Mª Consuelo Vicent Catalá..... 531

Quince años de actividades para secundaria en la ETSE-UV

Paula Marzal, Inmaculada Coma, Ana M. Dejoz, Rafael García-Gil, Francisco Grimaldo, Julio Martos, José Torres..... 541

ÍNDEX ALFABÈTIC D'AUTORS I AUTORES..... 551



CONFERÈNCIES

El marco STEM y la ciudadanía competente

Jordi Domènech-Casal[1],[2]
jdomen44@xtec.cat
Servei d'Innovació i Formació, Departament d'Educació de la Generalitat de Catalunya[1], Departament de Didàctica de les Matemàtiques i les Ciències Experimentals, Universitat Autònoma de Barcelona[2]

Modalitat: Conferència plenària.
Nivell educatiu: Educació Secundària Obligatòria.

Resumen

La Enseñanza de las Ciencias tiene como objetivo competencial el desarrollo de una ciudadanía capacitada también en aspectos científicos y tecnológicos. Los nuevos marcos para el despliegue de una ciudadanía más participativa y horizontal requieren una formación científica para la ciudadanía que capacite para comprender, decidir y actuar. En ese marco, la emergencia del acrónimo STEM ha sido afrontada con diversidad de significados. Proponemos un marco STEM que tenga como punto de partida la naturaleza política de sus objetivos y las distintas vías de desarrollo desde el mundo educativo. Describimos el despliegue de ese marco en al programa STEAMCat y hacemos algunas consideraciones relativas a los retos en ese proceso.

Paraules clau: Scitizenship, Competencia científica, STEM, STEAMCat.

1. La enseñanza de las ciencias y la ciudadanía

La relación entre Ciencia y Sociedad y las habilidades que conlleva el desarrollo de la ciudadanía (analizar críticamente informaciones de ámbito científico para decidir como consumidor (o votante) informado) han sido objeto de interés en la enseñanza de las ciencias desde distintos enfoques. Por ejemplo la Enseñanza de las Ciencias en Contexto, la Alfabetización Científica, las perspectivas Ciencia, Tecnología y Sociedad –o CTS-, las Controversias Socio-Científicas o la Educación Ambiental [1, 4, 11, 19, 20].

Actualmente se está desarrollando una visión más compleja de la Ciudadanía: la "imagen" del/a ciudadano/a competente cobija una visión más activa y proactiva: el ciudadano no ejerce sólo en su faceta de consumidor particular, sino que lo hace también como miembro activo y en comunidad, sin considerar



necesariamente la mediación de los estados o poderes políticos convencionales. Esto está configurando espacios de ciudadanía más horizontales y un nuevo paradigma de Sociedad, Conocimiento y Ciudadanía: [27]. Una nueva ciudadanía que aspira a participar de forma directa en la agenda de innovación e investigación: "¿Debemos investigar sobre transgénicos, o sobre agricultura ecológica?" "Deben los centros públicos dar voz a propuestas para o pseudocientíficas? "¿Está lista la nanotecnología para la medicina?". Además de tomar decisiones participadas por la ciencia, identificando e instrumentalizando los modelos científicos en contextos cotidianos, el ciudadano científicamente competente debe ser capaz de actuar como integrante de una comunidad para llevar a cabo sus decisiones. Esta "ciudadanía expandida" conlleva también una versión ampliada de la componente científica de la competencia ciudadana (a la que llamaremos *Sci-tizenship*), y que podríamos resumir en tres instancias: Comprender, Decidir y Actuar. (Figura 1). [14,17].

En lo relativo a Comprender, suelen proponerse en las aulas actividades de desarrollo de lectura crítica mediante el análisis de publicidades o artículos de prensa y promover distintos niveles de lectura (literal, inferencial, evaluativa). Este tipo de actividades persigue conectar los modelos científicos con situaciones del mundo real y diferenciar mensajes a distintos niveles epistémicos (datos científicos, valores personales, intereses comerciales…) [16, 30]. Para enseñar al alumnado a comprender ciencia en el mundo real, es necesario enseñar en contextos.

Decidir es una instancia compleja puesto que implica poner en tensión los modelos científicos con otros elementos de un conflicto, como los valores personales o éticos. El desarrollo de esta instancia requiere aprender a justificar opiniones, evaluar riesgos y consecuencias y usar posicionamientos éticos. Las controversias Socio-Científicas son espacios candidatos para eso: son cuestiones o dilemas socialmente relevantes de respuesta abierta y compleja, participadas por modelos científicos, pero también por valores o aspectos éticos o legales. Las controversias pueden vincularse a distintos



ámbitos: sostenibilidad, salud, seguridad, desarrollo tecnológico... y ser de distinta envergadura: personales (‹‹¿Qué compañía eléctrica elijo?››) o sociales (‹‹¿Hay continuar construyendo centrales nucleares?››) [11,19, 21]. Para enseñar al alumnado a decidir ciencia en el mundo real, es necesario enseñar en conflictos.

La tercera instancia es propia de esta ciudadanía expandida es que el ciudadano debe ser capaz de actuar, interpelar las instituciones, promover y desarrollar acciones a nivel social. Esto requiere un cierto conocimiento de las palancas de acción sobre el sistema (campañas de difusión, asociacionismo, participación política, oficinas de atención al ciudadano, derechos y deberes y cómo ejercerlos), pero también la existencia de marcos del entorno que promuevan esa actuación. En ese sentido la Ciencia ciudadana propone que los ciudadanos participen en investigaciones de centros de investigación, generalmente recogiendo datos. La Investigación e Innovación Responsable (RRI en sus siglas en inglés) propone que más allà de la participación como ejecutores en la investigación, los ciudadanos deberían participar en la definición de la agenda de investigación e innovación [3]. Para enseñar al alumnado a actuar en el mundo real, es necesario enseñar en el marco de roles ciudadanos, dar al alumnado un papel activo en el cambio de su entorno.



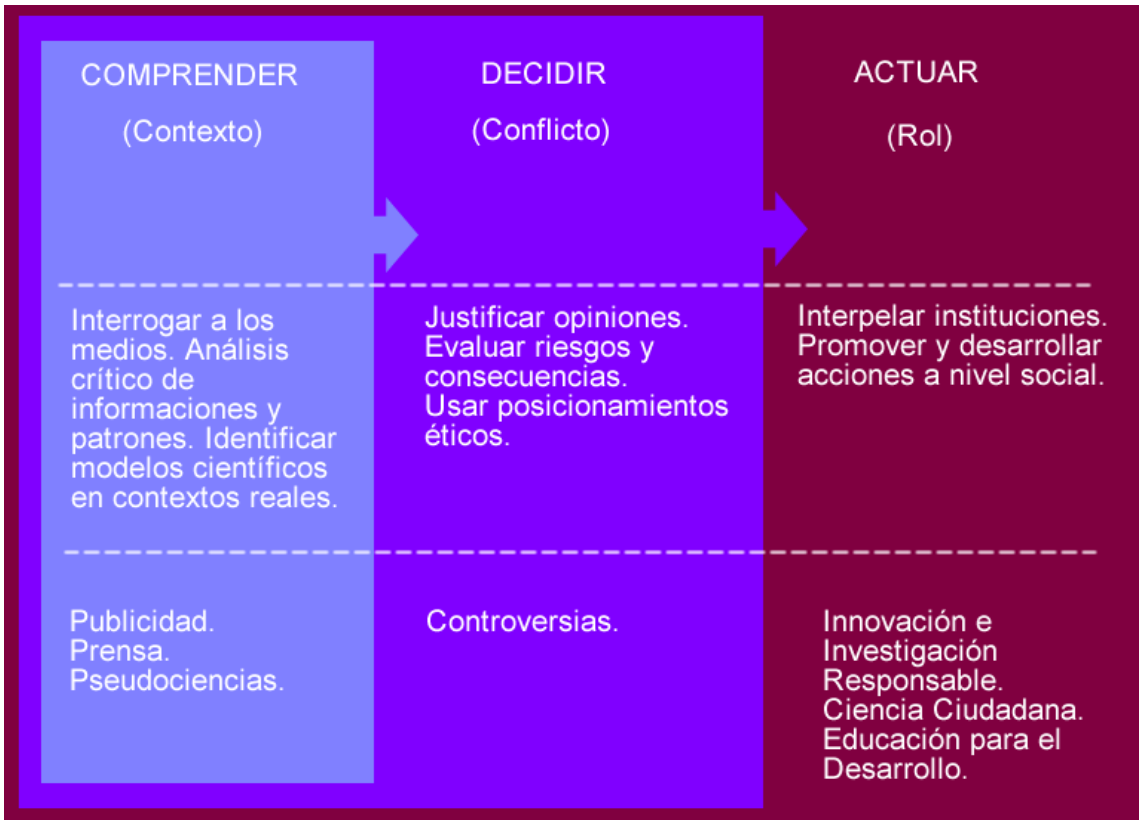


Figura 1. Esquema propuesto para la Scitizenship o componente científica de la competencia ciudadana. Extraído de [14].

2. El reto de dar significado al término STEM

Los últimos años ha emergido una preocupación en el mundo industrial y económico que ha tenido impacto en las iniciativas de formación e innovación en la enseñanza de las ciencias. Distintos informes, entre ellos el informe Rocard [28] describen una caída en las vocaciones científico-tecnológicas, un efecto que se acentúa en relación al género y el origen socio-económico: las alumnas y el alumnado de origen socio-económico humilde accede en muy baja proporción a las vocaciones científico-tecnológicas.

Esto genera en el entramado industrial y tecnológico preocupación sobre la capacidad de sostener el incremento previsto en profesiones científico-tecnológicas de los próximos años. Además, el efecto de la falta de equidad está también teniendo impactos en la amplitud del espectro tecnológico (los sesgos de génereo y socio-económicos limitan las perspectivas de las personas que se dedican a ingeniería y la capacidad de ofrecer respuestas



nuevas a distintos problemas). Esta capacidad de ofrecer respuestas nuevas implica también la emergencia (o definición como prioridad) de habilidades clave, como el pensamiento computacional, el trabajo en equipo o la creatividad. Como respuesta a eso, distintos países desarrollados (como EEUU, la UE, China o Japón) han iniciado campañas en distintos ámbitos (empresarial, jurídico,...y educativo), con el objetivo de promover las vocaciones científico-tecnológicas.

Al mismo tiempo este esfuerzo persigue también conjurar otro reto, relacionado con la emergencia de esta ciudadanía expandida mencionada en el apartado anterior. Desde el mundo económico y profesional se acusa la incertidumbre que generan casos paradigmáticos como los transgénicos: la inversión en innovación tecnológica se ha encontrado en este caso con obstáculos no previstos. Llegado el momento de transferir al mundo industrial esas innovaciones, el posicionamiento de parte de la ciudadanía (en algunas ocasiones justificado, en otras en base a bulos o desconocimiento sobre qué son los transgénicos o cómo funcionan) ha dificultado su transferencia industrial en distintos países. Durante los próximos años, otros campos de innovación (la nanotecnología, medicina personalizada, nuevos alimentos,...) llegarán a su ventana de transferencia al mundo industrial y se pretende evitar una situación análoga a la de los transgénicos. Esta falta de competencia científica en el marco de la ciudadanía expandida es un reto complejo, no sólo económico: llevando al extremo la paradoja, ante el avance de distintas pseudociencias, podría acabar siendo más productivo para el mundo empresarial la inversión en pseudociencias como la agricultura biodinámica (una conocida pseudociencia basada en elucubraciones míticas) que en tecnologías realmente productivas y susceptibles de sistemas de control y contraste, como los transgénicos, lo que en última instancia sería una pérdida para el conjunto de la sociedad. Esto requiere una ciudadanía que se posicione desde sus propios valores, y que tenga el poder de participar en la definición de la agenda de innovación e investigación, pero que sea capaz de hacerlo desde el conocimiento y la capacidad de valorar riesgos y tomar decisiones.



De este panorama global se extraen tres objetivos principales, que en adelante referiremos como “objetivos STEM”: 1) la promoción y capacitación de las nuevas vocaciones científico-tecnológicas, 2) la corrección del sesgo de género y socio-económico en esas vocaciones y 3) una educación para una ciudadanía competente científica y tecnológicamente.

Estos tres objetivos no pueden conseguirse sólo desde el mundo educativo (como se discute al final de este capítulo), pero es evidente que la educación obligatoria puede hacer aportaciones en este sentido. Fruto de esa oportunidad el acrónimo STEM ha empezado a estar cada vez más presente en el mundo educativo, incentivado en forma de proyectos de innovación y formación con financiación a nivel nacional e internacional. Esto ha conllevado distintos intentos para dotar de sentido didáctico y pedagógico el término STEM [8,10]. En la práctica, el profesorado asocia el término STEM con implicaciones didácticas muy variadas [24]. En algunos casos se identifica STEM con la interdisciplinariedad, obviando que la pedagogía ya tenía un término para ello (“interdisciplinar” o “Trabajo globalizado”). En otros, se defiende que en realidad el acrónimo STEM debería ser STEAM (por la inclusión de las artes). El significado de esta “A” es bastante difusio, ya que a veces se limita a al significado que tiene esa palabra en el ámbito escolar (música, danza, pintura, música,…), y a veces representa un ámbito amplio (literatura, filosofía, etc.). En ambos casos, se suele reivindicar esa inclusión como modo de promover la creatividad, lo que evidencia una visión limitada de lo que es la creatividad, como si la Ciencia, la Tecnología o las Matemáticas no pudieran ser disciplinas creativas. Igualmente, se suelen reivindicar como STEM las llamadas “soft skills” o habilidades prácticas vinculadas a la autonomía, como el trabajo en equipo, la creatividad o el pensamiento computacional. En este “totum revultum” asoman también innovaciones como la robótica y la programación, y otros aspectos como el uso de las TIC, el ABP o el laboratorio. Esto hace que sea identificar STEM como metodología sea una tarea difícil, y de hecho esta dificultad tiene sus bases en el origen del término: STEM encarna un objetivo político, no un enfoque didáctico y pedagógico. Por ello, lo honesto y riguroso,



más que intentar construir un relato metodológico a un término que no lo tiene, sería considerar STEM todos los enfoques que puedan ser útiles para la consecución de ese objetivo político. Eso incluye no sólo metodologías (como el ABP y la indagación) sino también tecnologías (como la robótica y las Aps) y muy especialmente perspectivas (como la ciudadanía, la perspectiva de género y la sostenibilidad) [10, 14, 33].

3. Líneas de trabajo en formación e innovación en el programa STEAMCat

Desde el Programa STEAMCat del Departament d'Educació de la Generalitat de Catalunya se ha abordado este reto partiendo de la definición de tres ámbitos: herramientas tecnológicas, perspectivas educativas y metodologías didácticas. El trabajo conjunto de todo el equipo STEAMCat- que reúne profesorado experto en los distintos ámbitos STEM y asesores del mundo universitario [10]- ha permitido definir para cada ámbito distintos tipos de intervenciones, que no son en si mismas objetivos (aprender robótica no es un objetivo en sí mismo), sino herramientas para conseguir desarrollar los tres objetivos STEM mencionados en el apartado anterior. Por eso motivo se ha llamado a cada tipo de intervención "*STEMTool*" (Figura 2), y se han agrupado en lo que hemos llamado el "*Mapa STEM*".

El lector identificará fácilmente como parte de las Tecnologías la robótica, la impresión 3D y el trabajo con sensores y datos remotos (Laboratorios virtuales, geolocalización,...) [12,13,22]. En lo relativo a las Metodologías, son de utilidad distintos enfoques propios de las áreas STEM, como la resolucion de problemas matemáticos complejos de forma estratégica [26,31,32], la enseñanza de las ciencias basada en la indagación [9,23], o el Proceso Tecnologico, que en contacto con contextos industriales ha dado lugar a aproximaciones como el Design Thinking, el fenomeno "Maker" o el "Learning by Design" [2]. Igualmente, algunos aspectos como el Trabajo cooperativo o el Pensamiento Computacional son aportaciones a las "soft skills" [32,34].





Figura 2. "Mapa STEM" del plan STEAMCat, en el que constan los tres ámbitos (Perspectivas, Metodologías, Tecnologías) y diferentes intervenciones (que llamamos STEMTools).

Por lo que se refiere a Perspectivas, éstas pueden orientarse a la Inclusión, la Creatividad o la Ciudadanía, incorporando aspectos como la equidad de género y socio-económica, los espacios de creación como el Tinkering y STEAM con la inclusión de las artes [32] y enfoques como el trabajo con Controversias Socio-Cientificas [29], la Ciencia Ciudadana [5] y la Educacion Ambiental o Educacion para el Desarrollo y la Paz [20,25].

Todo este *Mapa STEM* es actualmente nuestro marco de referencia para la formación de profesorado, con una filosofía simple: promover la innovación no es decir a cada cuál qué debe hacer. Promover la innovación es compartir qué objetivos (los tres objetivos STEM) tenemos y ofrecer herramientas (el *Mapa STEM*) para que cada cual diseñe su propio modo de sumar a esos objetivos, ya sea éste la robótica o la ciencia ciudadana. En esta línea, se están desarrollando actualmente formaciones partiendo del Mapa STEM en base a materiales creados *ad hoc*, disponibles de forma abierta (http://ateneu.xtec.cat/wikiform/wikiexport/materials/stemcat/index). Estas formaciones en el marco global STEM se complementan con formaciones específicas de didáctica de las matemáticas, las ciencias y la tecnología con un propósito empoderador: es difícil que un docente pueda aportar desde su área



a los objetivos STEM si no reconoce la didáctica de su propia área. En paralelo a este empuje formativo, 50 centros educativos de Catalunya (de educación Primaria y Secundaria) han sido seleccionados para participar en el programa de Innovación STEAMCat por el que reciben asesoramento experto para definir su proyecto STEM de centro y acompañamiento en su despliegue. Varios expertos en las distintas STEMtools distribuidos por el territorio (los llamamos "Embajadores STEM") tienen encomendada la tarea de -desde su conocimiento de los agentes (centros educativos, docentes de referencia, grupos de trabajo, ferias de ciencias,...) del propio territorio- ayudar a vertebrar la construcción de redes locales para el despliegue STEM y conectarlas con otras redes.

4. Retos en el despliegue STEM para la ciudadanía

Consideramos que los 3 Objetivos STEM y el Mapa STEM son un marco que facilita trabajar juntos desde la diversidad. Aún así, permanecen algunos retos conceptuales en relación al marco STEM y la ciudadanía.

Por un lado, en el tema de la equidad de género. Son todavía pocas la propuestas concretas en este ámbito y es necesario recolectar buenas prácticas que puedan servir de referncia. En particular, el encuentro con la práctica evidencia una contradicción difícil de solventar: ante el estereotipo de que la Ciencia y la Tecnología no son "para chicas", ¿cómo reaccionamos: rompiendo el estereotipo, o creando una Ciencia y una Tecnología escolares más atractivas para ellas (asentando así el estereotipo que afirma que a ellas les (deben?) gustar cosas distintas)?. Vemos eso como una oportunidad de transformar la enseñanza de estas áreas para todos, o sólo como un modo de insertar a las alumnas? Esta es una pregunta que estamos soslayando muchas veces y quizás necesite un debate más profundo.

Por otro lado, en relación a la Ciudadanía, hemos hablado de las instancias Comprender, Decidir y Actuar. Aunque propuestas didácticas como la Ciencia Ciudadana o la RRI permiten enseñar al alumnado la complejidad de la Ciencia y la Tecnología en su contexto y en la toma de decisiones, lo cierto es que llegada la toma de decisiones, las actividades escolares suelen quedar truncadas sin llegar a desplegar la instancia Actuar: Una vez hemos decidido



que hay que cuidar más el río del municipio, ¿Llegamos a actuar provocando algún cambio? ¿Saben después de la actividad los alumnos cómo interactuar con las instituciones o paralelamente a ellas? Lo cierto es que la participación real del alumnado como ciudadanos es difícil de articular, probablemente por la falta de canales de participación ciudadana y políticas de gobernanza y transparencia que aqueja a la ciudadanía en general.

En tercer lugar, estas dificultades reflejan una necesaria diferencia en las prioridades del mundo educativo y elmundo económico en lo relativo a STEM . Conviene tener en cuenta que los motivos STEM son principalmente económicos: 1) disponer de científicos formados para sostener el entramado de innovación e investigación, y 2) disponer de una sociedad científicamente culta que no se guíe por miedos infundados al aceptar o descartar tecnologías de alto potencial industrial y económico como los transgénicos o la nanotecnología. Pero esos objetivos no son propiamente objetivos del mundo educativo, aunque puedan ser apoyados desde la Educación y puedan coincidir con ellos coyunturalmente. Es importante tener claro que el propósito de la educación no persigue sólo una ciudadanía científicamente competente, sino un objetivo más ambicioso: una ciudadanía libre (en la que la competencia científica es sólo una parte). Ejercitamos a continuación un ejemplo simplista en el ámbito del género: al mundo educativo no debe preocuparle solo que las alumnas rompan estereotipos y accedan a ser ingenieras. Debe preocuparle también que los alumnos rompan también estereotipos y accedan a ser maetros de educación infantil. Esto requiere no confundir el todo con la parte: mantener una relación cordial, pero no dependiente con el marco STEM, y priorizar espacios didácticos de emancipación y cambio social en la línea de la pedagogía crítica de Dewey y Freire, que vinculamos a la instancia Actuar. Aunque estos espacios puedan también participar y ser participados por la innovación STEM, ésta no debe constituir nuestra única apuesta. En este sentido, vías como la Educación para el Desarrollo y la Sostenibilidad [6,20,33] pueden ser vías privilegiadas para el despliegue de la Scitizenship.



Agradecimientos

Reflexiones incluidas en este texto se enmarcan en la investigación metodológica del grupo de investigación consolidado LICEC (referencia 2014SGR1492) por AGAUR y financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad (referencia EDU2015-66643-C2-1-P) y la línea de innovación educativa promovida por el programa #STEAMCat del Departament d'Educació de la Generalitat de Catalunya. El *Mapa STEAMCat* y las *STEMTools* son el resultado del trabajo conjunto de todo el equipo STEAMCat. El autor quiere mencionar de forma especial el liderazgo de Ana Albalat, Eva Mateo, Digna Couso y Angel Domingo y el fantástico trabajo del equipo de Embajadores STEAMCat.

Referencias

[1] Acevedo-Díaz J.A., Vázquez A., Manassero, M.A. (2003) Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 2(2), 80-111.

[2] Albalat A. (2017). Design thinking en STEAM. *Revista Ciències*, 34, 29-34.

[3] Alcaraz-Domínguez S., Barajas M., Malagrida R., Pérez F. (2015) Els projectes Europeus Engaging Science, Xplore Health, RRI Tools i Scientix: Finestres a la formació i la participació en comunitats docents per al treball amb Controvèrsies i Recerca i Innovació Responsables. *Revista Ciències* 30, 47-54.

[4] Blanco A., España E., Rodríguez F. (2012) Contexto y enseñanza de la competencia científica. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales* 70, 9-18.

[5] Bonney R., Cooper C. B., Dickinson J., Kelling S., Phillips T., Rosenberg K.V. y Shirk J. (2009) Citizen Science: A Developing Tool for Expanding Science Knowledge and Scientific Literacy. *BioScience*, 59 (11), 977–984.

[6] Breiting S. (1999) Hacia un nuevo concepto de educación ambiental. En: *30 Reflexiones sobre educatión ambiental*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente.

[7] Bybee R.W. (1997) *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth: Heinemann.

[8] Bybee R.W. (2010b) What is STEM Education? *Science*, 329 (5995), 996–996.

[9] Caamaño A. (2011) Contextualización, indagación y modelización. Tres enfoques para el aprendizaje de la competencia científica en las clases de química. *Aula de Innovación Educativa*, 207, 17-21.



[10] Couso, D. (2017). Perquè estem a STEM? Un intent de definir l'alfabetització STEM per a tothom i amb valors. *Revista Ciències* 34, 22-30.

[11] Díaz N. y Jiménez-Liso M. R. (2012) Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 9(1), 54-70.

[12] Domènech-Casal J. (2014) Contextos de indagación y controversias sociocientíficas para la enseñanza del Cambio Climático. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* 22(3), 287-296.

[13] Domènech-Casal J. (2014) Indagación en el aula mediante actividades manipulativas y mediadas por ordenador. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales* 76, 17-27.

[14] Domènech-Casal, J. (2018). Comprender, Decidir y Actuar: una propuesta-marco de Competencia Científica para la Ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 15(1), 1105,1-12.

[15] Domènech-Casal, J. (2018). Aprendizaje Basado en Proyectos en el marco STEM. Componentes didácticas para la Competencia Científica. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 2(2), 29-42.

[16] Domènech-Casal, J. (2019). Apuntes lingüísticos para el tránsito a la competencia científica. Leer para indagar en el aula de ciencias. *Didacticae, Revista de Investigación en Didácticas Específicas*, 5, 85-98.

[17] Domènech-Casal, J. (2019). *Aprenentatge Basat en Projectes, Treballs pràctics i Controvèrsies. 28 experiències i reflexions per a ensenyar Ciències*. Rosa Sensat: Barcelona.

[18] Domènech-Casal, J., Lope, S., Mora, L. (2019) Qué proyectos STEM diseña y qué dificultades expresa el profesorado de secundaria sobre Aprendizaje Basado en Proyectos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 16(2), 2203.

[19] España E., Prieto T. (2010) Problemas socio-científicos y enseñanza-aprendizaje de las ciencias. *Investigación en la escuela*, 71, 17-24.

[20] Gil D. y Vilches A. (2001) Una alfabetización científica para el siglo XXI. Obstáculos y propuestas de actuación. *Investigación en la escuela* 43, 27-37.

[21] Jiménez-Aleixandre M.P. (2011) *10 Ideas Clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.

[22] López V., Couso D., Simarro C., Garrido A., Grimalt-Álvaro C., Hernández M.I. y Pintó R. (2017) El papel de las TIC en la enseñanza de las ciencias en secundaria desde la perspectiva de la práctica científica. *Enseñanza de las Ciencias*, número Extraordinario 2017, 691-697.

[23] Llewellyn D. (2005) *Teaching High School Science through Inquiry: A case study approach*. Corwin Press y NSTA press.

[24] Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacions, F.J., Vilchez-González, J.M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM



education? A review of literature. Science Education, 2019, 1-24. https://doi.org/10.1002/sce.21522

[25] Mesa M. (2000) La educación para el desarrollo: entre la caridad y la ciudadanía global. *Papeles de Cuestiones Internacionales*, 70, 11-26.

[26] Pólya G. (1962) *Mathematical Discovery: On Understanding, Learning and Teaching Problem Solving*. New York: John Wiley y Son

[27] Reig D. (2012) *Socionomía*. Barcelona: Planeta-Deusto.

[28] Rocard M., Csermely P., Jorde D., Lenzen D., Walwerg-Heriksson H. y Hemmo V. (2007) *Science Education Now: a new pedagogy for the future of Europe. Report for the European Comission.*

[29] Sadler T. D. (2009) Situated learning in science education: socio-scientific issues as contexts for practice. *Studies in Science Education* 45(1), 1-42.

[30] Sardà A., Márquez C., Sanmartí N. (2006) Cómo promover distintos niveles de lectura de los textos de ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 5(2), 290-303.

[31] Schoenfeld A. (1992) Learning to think mathematically: problem solving, metacognition and sense making in mathematics. In: *Handbook for Research on Mathematics Teaching and Learning*. New York: Macmillan.

[32] Simarro C. y Couso D. (2016) Análisis de una actividad tinkering en el marco de la educación STEM. *Comunicación y Pedagogía* 291-292, 65-7.

[33] Vilches A., Gil D., Cañal P. (2010) Educación para la sostenibilidad y educación ambiental. *Investigación en la Escuela* 71, 5-15.

[34] Wing J.M. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35.10



Divulgación científica, educación y sociedad: una perspectiva global

David Ibáñez Gil de Ramales[1]
deramales@gmail.com
[1]*Federación Valenciana de Divulgación Científica*

Modalitat: Conferència plenària
Nivell Educatiu: Tots els nivells

Resum

Es un hecho innegable que los avances científicos desempeñan un papel crucial en la evolución del conocimiento humano. En una sociedad cada vez más tecnológicamente dependiente, muchos de estos avances se han incorporado de manera natural a nuestras vidas y, sin embargo, la hiperespecialización de los diferentes campos de la ciencia provoca que una significativa parte de la población carezca de los medios necesarios para comprender o apreciar la relevancia y el impacto, ya sea positivo o negativo, que estos avances conllevan. Con el objetivo de tender este puente entre ciencia y sociedad, la divulgación científica ha emergido en los últimos años como una potente herramienta que ha demostrado ser capaz de fomentar la cultura científica en la ciudadanía. Este éxito radica, precisamente, en que la divulgación científica renuncia en algunos momentos a presentar la complejidad y los detalles técnicos de los trabajos científicos que caen fuera del alcance del público general. Ahora bien, divulgar ciencia no es simplemente hablar en lenguaje no especializado. Es un procedimiento que requiere tener en cuenta una gran variedad de factores y saber adecuar los contenidos que se comunican para no caer en una desvirtuación del método científico o evitar la transferencia de conceptos erróneos. En este artículo, además de tratar estos aspectos y poner en contexto la percepción que la sociedad tiene actualmente de la ciencia, hablaremos acerca de la necesaria diversificación que la divulgación científica debe experimentar si quiere asumir el papel de conector entre ciencia, educación y sociedad.

Paraulas clau: divulgación científica, educación, sociedad, ciudadanía.

1. Introducción: de la UNECO a la UNESCO

En la actualidad las siglas UNESCO[1] son tan reconocidas que cuando se hace mención de ellas ni siquiera es necesario especificar que nos referimos a la

1 En inglés United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.



Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Sin embargo, lo que puede resultar sorprendente es descubrir las palabras de William Carr [1] rememorando la Conferencia de Londres del 16 de noviembre de 1945 donde se firmó la Constitución de esta organización:

> Al comienzo se trataba de una conferencia de las Naciones Unidas sobre la educación y la cultura; las ciencias no se mencionaban", prosiguió. Sin embargo, los medios científicos ejercían una fuerte presión para que se los tuviera formalmente en cuenta. "Un delegado, me parece que fue el delegado chino, llamó la atención sobre la dificultad en pronunciar UNECO, mientras que UNESCO era más fácil. La asamblea fue convencida por la fuerza de semejante argumento: así nació la UNESCO.

Sería hermoso, heroico e incluso un poco ingenuo limitarse a pensar que el peso de la comunidad científica fue suficiente por si solo para lograr que la S de Ciencia (Scientific) se reconociera y equiparara a las siglas de la Cultura y la Educación, porque la verdad es que la balanza se inclinó finalmente debido a una presión todavía más fuerte y de un origen completamente diferente: la que ejercieron los medios de comunicación y los movimientos sociales de la época.

Recordemos que en aquel entonces apenas hacía tres meses que Estados Unidos había lanzado sobre la población civil de Japón dos bombas atómicas (Figura 1). La inconmensurable magnitud de la devastación y la catástrofe humanitaria causada, unidas al aterrador potencial de aniquilación que evidenciaron estas bombas, provocaron una conmoción sin precedentes que se materializó en un inequívoco sentimiento compartido por todas las esferas de la sociedad: el avance científico y tecnológico había sido responsable de crear una de las armas más terribles jamás concebidas por la humanidad y cualquier organización que tuviera que promover la paz y la seguridad mundial debería ser capaz de imponer límites a la ilimitada capacidad destructiva de la Ciencia.

No fue la necesidad de elevar la Ciencia a la categoría que ocupan la Cultura y la Educación ni el reconocimiento de la comunidad científica el motivo por el cual hoy en día la S forma parte de las siglas de la UNESCO, fue el miedo irracional de la sociedad. Y decimos miedo irracional porque la Ciencia solamente nos muestra los límites del conocimiento, son las consideraciones éticas y morales del ser humano las encargadas de decidir en última instancia

que uso darle al conocimiento adquirido. No existía ninguna razón científica para emplear la fisión nuclear en la construcción de bombas atómicas y, mucho menos, para lanzarlas sobre población civil.

El único culpable de aquella tragedia fue el ser humano, no la Ciencia.

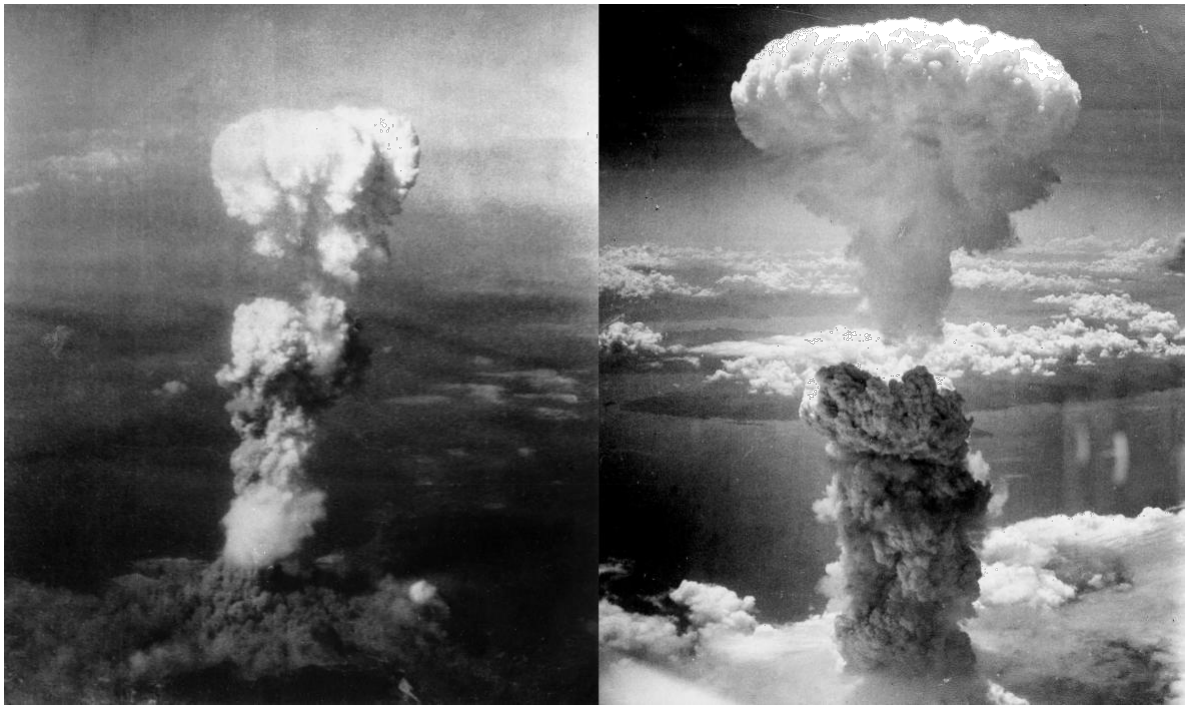


Figura. 1. Imágenes de las nubes de hongo causadas por las bombas Little Boy y Fat Man detonadas sobre Hiroshima y Nagasaki el 6 y 9 de agosto de 1945, respectivamente.

2. Percepción social de la ciencia

Lejos de ser una anécdota concreta o un hecho puntual derivado de una Segunda Guerra Mundial donde la humanidad puso la Ciencia al servicio de un conflicto militar global, la realidad es que el miedo hacia el avance científico y tecnológico siempre ha estado presente en la sociedad a lo largo de la historia. No hace falta remontarse demasiado lejos en el tiempo para ser conscientes de este hecho, solo basta observar las reacciones de rechazo y temor que generan en el presente nociones como transgénico, nuclear, inteligencia artificial, células madre y una lista demasiado larga. Lo realmente insólito es que una cantidad desmedida de estos miedos son completamente infundados y carentes de cualquier tipo de argumentación razonada que los secunde.

Pensemos por ejemplo en la radiación y la radiactividad, cuya sola mención es causa de pánico. Para la gran mayoría de la sociedad estas dos palabras son sinónimos cuando lo cierto es que radiación hace referencia a un concepto mucho más amplio que se aplica para describir la propagación y transferencia de energía en cualquier medio en forma de ondas electromagnéticas o partículas subatómicas, mientras que radiactividad es un fenómeno físico por el cual los núcleos atómicos inestables pierden energía mediante la emisión de ciertos tipos de radiación muy específicos.

Centrándonos en la peligrosidad, que es el parámetro que nos interesa para esta discusión, la radiación se puede clasificar en dos grandes grupos: ionizante y no ionizante. La radiación ionizante es aquella que transporta suficiente energía como para poder arrancar electrones de un átomo. Esta propiedad es la que le permite modificar la estructura química de las células, produciendo daños en el material genético que contienen las moléculas de ADN y que pueden favorecer el desarrollo de algún tipo de cáncer. A pesar de ello, como se ilustra en la figura 2, cuantificar los daños producidos es un proceso complejo y multifactorial que requiere distinguir entre acción directa o indirecta de la radiación, efectos biológicos deterministas o estocásticos, e incluso en algunos casos las células disponen de ciertos mecanismos de reparación que les permiten recuperarse del deterioro causado. Por el contrario, la energía que transporta una radiación no ionizante, como la emitida por los dispositivos de telefonía móvil, no es suficiente para arrancar electrones de un átomo y resulta completamente inofensiva e inocua para nuestro organismo.

Si hablamos ahora de radiactividad distinguimos entre tres tipos diferentes de emisiones: en forma de radiación α, β o γ. La radiación α y β está constituida por núcleos de helio-4 y electrones, respectivamente, pero la radiación γ es una onda electromagnética de muy alta frecuencia. A pesar de que todas ellas son radiaciones ionizantes y peligrosas, los núcleos radiactivos con los cuales debemos tener cuidado y extremar las precauciones son aquellos que emiten principalmente radiación γ, ya que es un tipo de radiación muy penetrante. En

cambio, las partículas α se frenan simplemente con una hoja de papel, por lo que los núcleos radiactivos que emiten radiación α pueden manipularse tranquilamente con unos guantes. Eso sí, no deben ingerirse bajo ningún concepto o ponerse en contacto directo con la piel.

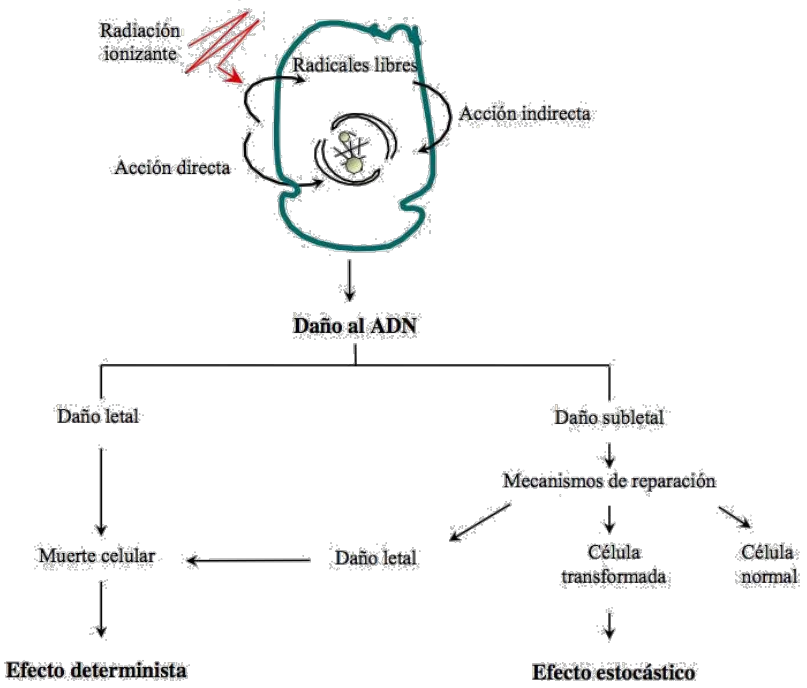


Figura 2. Esquema básico de las consecuencias de la interacción de la radiación ionizante con los componentes celulares [2].

Esta discusión nos sirve para continuar profundizando en nuestra comprensión acerca de los motivos por los cuales nace el miedo de la sociedad hacia el avance científico y tecnológico. Si ni tan solo se sabe cuál es diferencia entre radiación y radiactividad, y mucho menos se conocen las propiedades básicas que acabamos de describir, ¿cómo aparece este temor? La respuesta ya podríamos intuirla: no hay mejor semilla para hacer germinar el miedo a la ciencia que la ignorancia científica. Pero entonces, ¿por qué limitarse a tener miedo y no buscar las evidencias que lo sustenten o lo descarten? Cuando se formula esta nueva pregunta la respuesta ya no es única y comenzamos a entrar en el terreno de la percepción social de la ciencia, un conjunto de estudios a través de los cuales se busca obtener información del impacto social de las tecnologías en determinados contextos, de la percepción de los riesgos

del desarrollo científico y técnico y de los cuestionamientos culturales, políticos y sociales a los que, en ciertas ocasiones, se enfrenta ese desarrollo [3].

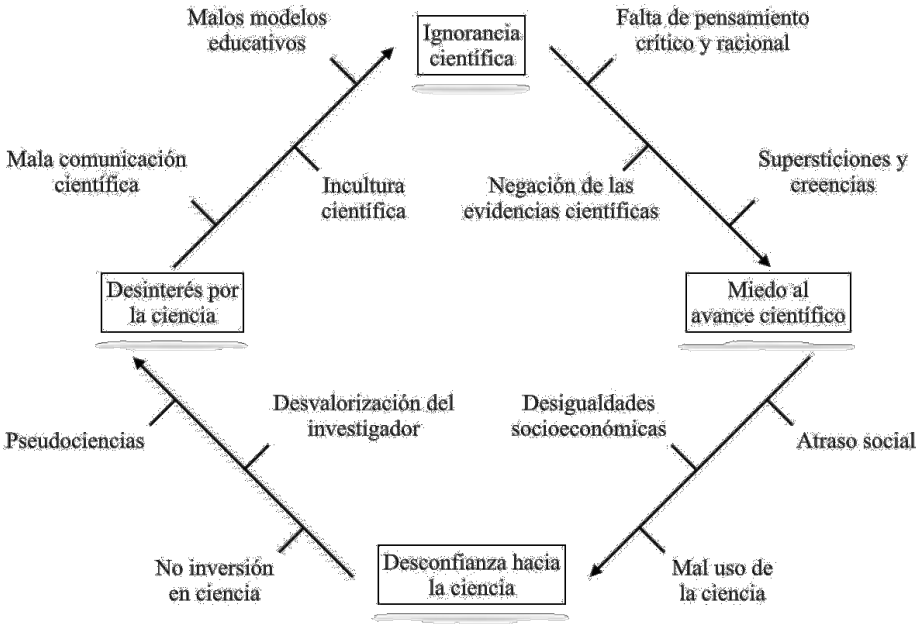


Figura. 3. Principales mecanismos que entran en juego cuando se estudia la percepción social de la ciencia.

No pretendemos a continuación realizar un análisis detallado y exhaustivo sobre esta materia, para ello invitamos al lector a consultar [4–8] y las referencias que contienen. Sin embargo, hemos elaborado la figura 3 para ejemplificar de manera sintética la imagen que nos proporcionan los estudios basados en la percepción social de la ciencia.

3. Cultura científica

Llegados a este punto resulta más que evidente que si aspiramos a cambiar la percepción social de la ciencia y combatir la ignorancia científica debemos ser capaces de fomentar en la sociedad una cultura científica. Sin embargo, ¿a qué nos referimos exactamente cuando hablamos de cultura científica?

En un contexto más amplio, establecer de manera formal y precisa el significado de cultura es realmente complicado como consecuencia de las múltiples acepciones susceptibles de ser abarcadas por este concepto. Basta por ejemplo consultar estudios como los realizados en [9] para ser consciente de la enorme complejidad que requiere plantearse dar una definición completa

del término cultura. Sin entrar a un nivel tan detallado, en la Conferencia Mundial sobre las Políticas Culturales de 1982 celebrada en México, la UNESCO define la cultura como:

> El conjunto de los rasgos distintivos, espirituales y materiales, intelectuales y afectivos que caracterizan a una sociedad o un grupo social. Ella engloba, además de las artes y las letras, los modos de vida, los derechos fundamentales al ser humano, los sistemas de valores, las tradiciones y las creencias.

y también podemos encontrar la siguiente definición de cultura dada por la Real Academia Española: “Conjunto de modos de vida y costumbres, conocimientos y grado de desarrollo artístico, científico, industrial, en una época, grupo social, etc”.

La ciencia, entendida como aquella actividad intelectual humana que permite construir modelos, teorías y sistemas de conocimientos objetivos y verificables sobre una materia determinada por medio de un método científico basado en la observación y experimentación, queda por tanto englobada en las definiciones que acabamos de dar y no debería sorprendernos el hecho de poder introducir la noción de cultura científica. De nuevo, elaborar una descripción detallada de este concepto escapa al objetivo del artículo y para profundizar recomendamos la lectura de [10]. Ahora bien, hablar de cultura científica puede resultar extraño y hasta cierto punto un contrasentido puesto que, a lo largo de la historia, y especialmente en el último siglo, se ha producido una clara ruptura de comunicación entre las ciencias y las humanidades. Este proceso disruptivo se ejemplifica de una manera sublime en el clásico [11] del cual extraemos el siguiente fragmento: “Los intelectuales literarios en un polo, y en el otro los científicos. Entre ambos polos, un abismo de incomprensión mutua; algunas veces (especialmente entre los jóvenes) hostilidad y desagrado, pero más que nada falta de entendimiento recíproco”, en el que sin lugar a dudas queda patente que desde el punto de vista de las humanidades la ciencia no es cultura, así como el científico no es considerado un intelectual.



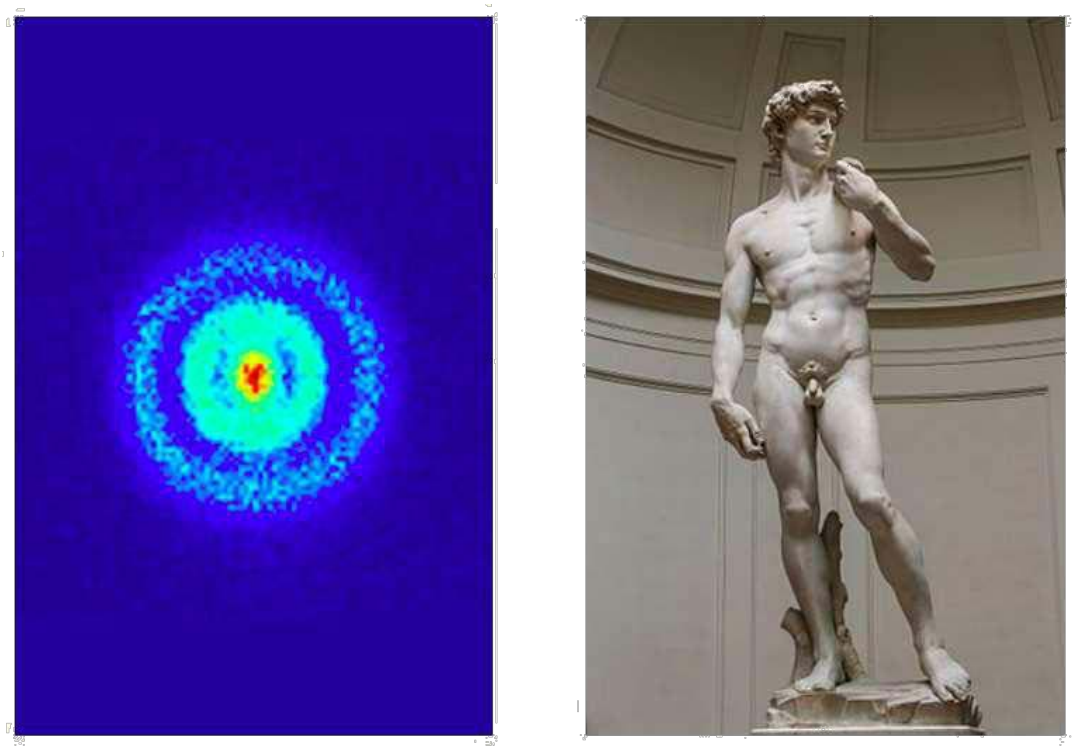


Figura. 4. Izquierda: Imagen de un átomo de hidrógeno obtenida en el año 2012 empleando técnicas de microscopía de fotoionización. Derecha: Una de las obras maestras del Renacimiento, la escultura "El David" de Miguel Ángel.

A pesar de que este ensayo discurre en un ámbito puramente académico, un fenómeno similar ha ocurrido en la sociedad que ha terminado por segregar completamente la ciencia respecto de lo que se identifica o se percibe como cultura. En efecto, si mostramos a una persona la figura 4 inmediatamente reconocerá en la imagen de la derecha la escultura de "El David" de Miguel Ángel y nos dará multitud de datos acerca de su historia, de la época renacentista o del autor de la escultura en función de su nivel cultural. Sin embargo, probablemente, esa misma persona no sabrá decirnos nada sobre la imagen de la izquierda. Evidentemente, identificar la imagen de un átomo de hidrógeno obtenida el año 2012 empleando técnicas de microscopía de fotoionización requiere un alto grado de especialización, pero nos referimos a que incluso leyendo el texto al pie de la seguirá sin poder decirnos qué es un átomo. Y no hablamos de resolver la ecuación de Schrödinger para describir los orbitales atómicos o a que se conozca la estructura fina de los niveles energéticos del átomo, estamos hablando de que posiblemente se ignore que

un átomo está constituido por unas partículas de carga eléctrica negativa llamadas electrones que se distribuyen alrededor de un núcleo central formado por agrupamientos de protones con carga eléctrica positiva y neutrones sin carga eléctrica. ¿Es incultura entonces no saber nada acerca de “El David” de Miguel Ángel pero es normal no conocer siquiera lo básico acerca de un átomo que es el componente fundamental para formar los elementos químicos de los que la materia está constituida? Situaciones como las descritas en el párrafo anterior se han llegado a generalizar hasta tal punto en la sociedad que, a día de hoy, en un entorno culto resulta impactante cometer faltas de ortografía o no saber leer, pero es normal e incluso justificable no poseer conocimientos básicos de ciencia. Siendo así, ¿cómo pretender fomentar la cultura científica si en el punto de partida nos encontramos con una sociedad que no concibe la ciencia como una forma más de manifestación cultural?

4. Divulgacion científica

La fractura entre cultura y ciencia que se ha producido en la sociedad y que constituye uno de los principales impedimentos para asentar una cultura científica popular es, hasta cierto punto, natural. A diferencia de otras áreas de la cultura, la ciencia se expresa en un lenguaje abstracto que en muchas ocasiones posee un elevado grado de complejidad y las publicaciones científicas son extremadamente complicadas de asimilar para los que no están especializados. Sin embargo, establecer una cultura científica en todos los ámbitos sociales resulta instrumental para cambiar la percepción social de la ciencia y conlleva grandes beneficios [12, 13]. Por este motivo se ha dedicado mucho esfuerzo en la elaboración de modelos y mecanismos cuya finalidad sea, tanto acercar la ciencia al público general, como facilitar la comprensión y colaboración interdisciplinar entre científicos de distintos campos [14].

Actualmente, una de las propuestas más interesantes en esta dirección consiste en la denominada divulgación científica. De manera sencilla y directa, podemos definirla como aquella herramienta de comunicación que pretende hacer accesible la ciencia a un público general a través de alguna actividad específica. Entendida de esta manera, la divulgación científica significa



precisamente comunicar la ciencia presentando los conceptos de manera generalista y renunciando a profundizar en aquellos detalles que caen fuera del alcance del público no experto.

Podría entonces dar la sensación de que divulgar es simplemente contar la ciencia de manera sencilla, pero tomar un concepto o estudio científico y reducirlo a un lenguaje más comprensible para la sociedad es una tarea extremadamente delicada ya que en este proceso de simplificación se corre el riesgo de perder el rigor científico que, a pesar de todo, debe estar siempre presente de una manera u otra. Es justamente la calidad de este procedimiento de adecuación de los contenidos que se quieren transmitir la que determinará la excelencia del trabajo divulgativo resultante. Además de este punto crucial y fundamental, enumeramos a continuación algunos de los aspectos que siempre deben tenerse en cuenta para hacer buena divulgación científica:

- **Diversidad de formatos:** Más allá de las charlas o conferencias divulgativas, hoy en día se dispone de una gran cantidad de nuevos formatos que resultan atractivos para divulgar ciencia como las redes sociales, canales de YouTube, talleres que incorporen nuevas tecnologías, cómic científico, etc. Por ello, diversificar y saber emplear todas estas variantes resulta más que aconsejable.
- **Diversidad de público:** Adaptar siempre los contenidos a la clase de público al que se dirige la actividad divulgativa. En función de la edad puede resultar contraproducente el lenguaje o las técnicas que se emplearán para divulgar. Otro aspecto relevante es que la divulgación también puede ser interdisciplinar, es decir, entre científicos de distintos campos, y en este caso el lenguaje empleado puede ser más técnico.
- **Prescindir de tecnicismos:** Como ya hemos comentado, en la divulgación debe prescindirse de los tecnicismos siempre que sea posible y comunicar los contenidos sin profundizar en aquellos aspectos que únicamente son útiles y relevantes para un especialista.



- **Divulgar sin dejar de ser ciencia:** De nuevo, volvemos a insistir en que prescindir de tecnicismos no significa perder el rigor científico. Las simplificaciones elegidas o las ideas que se comunican nunca tienen que suponer la pérdida completa de la ciencia que se quiere divulgar.

Es muy importante terminar esta sección con la siguiente puntualización: bajo ningún concepto la divulgación científica debe convertirse en un sustituto de la educación formal en ciencias durante la etapa educativa. Si bien la divulgación científica puede ser un complemento recomendable para captar el interés inicial por la ciencia, renunciar a una educación científica formal tendrá como consecuencia que el que decida emprender una carrera científica carecerá de una base rigurosa, mientras que aquellos que opten por otras áreas o profesiones no vinculadas a la ciencia quedarán desprovistos de las herramientas necesarias para desarrollar pensamiento crítico y fomentar su propia cultura científica.

5. Conclusiones: hacia una perspectiva global

En este artículo, tomando como punto de partida la historia de la constitución de la UNESCO, hemos discutido las características de tres de los pilares básicos sobre los que se sustenta la conexión entre ciencia y sociedad. La percepción social de la ciencia, como aquel campo que se ocupa de estudiar y cuantificar el impacto que la ciencia y la tecnología tiene sobre la sociedad. La cultura científica, donde hemos argumentado la necesidad y los motivos por los cuales es necesario comenzar a considerar la ciencia como una manifestación cultural al mismo nivel que las humanidades. Y, finalmente, la divulgación científica como una herramienta de transferencia del conocimiento científico al público general. Por supuesto, a pesar de que conceptos como el de educación científica, comunicación científica, negacionismo científico, ética en la ciencia o la problemática de las pseudociencias han aparecido mencionados brevemente a lo largo del texto, cada uno de ellos merece un análisis mucho más detallado. Por ello, remitimos al lector a consultar la bibliografía proporcionada y las referencias contenidas en estos trabajos.



Para concluir, aunque estudiar todos estos conceptos es imprescindible para aspirar a comprender el papel que la ciencia y el avance tecnológico juegan en el desarrollo de una sociedad, nos gustaría comentar un último aspecto en el que, según nuestra opinión, todavía queda mucho trabajo por hacer y desarrollar. En la figura 5 hemos construido un diagrama en el cual hemos colocado en los vértices a ocho de los principales actores que más relevancia adquieren cuando hablamos de la influencia de la ciencia en la sociedad. Construido de esta forma se evidencia la enorme conectividad que existe entre los diversos actores, es decir, cuando cualquiera de las líneas que unen a estos vértices desaparece el diagrama como conjunto se resiente. Esto significa que si no comenzamos a tender estos puentes y a adquirir una perspectiva global de lo que significa construir una sociedad científicamente culta estamos condenados a ver repetirse una y otra vez las problemáticas que los estudios sobre la percepción social de la ciencia siguen indicando.

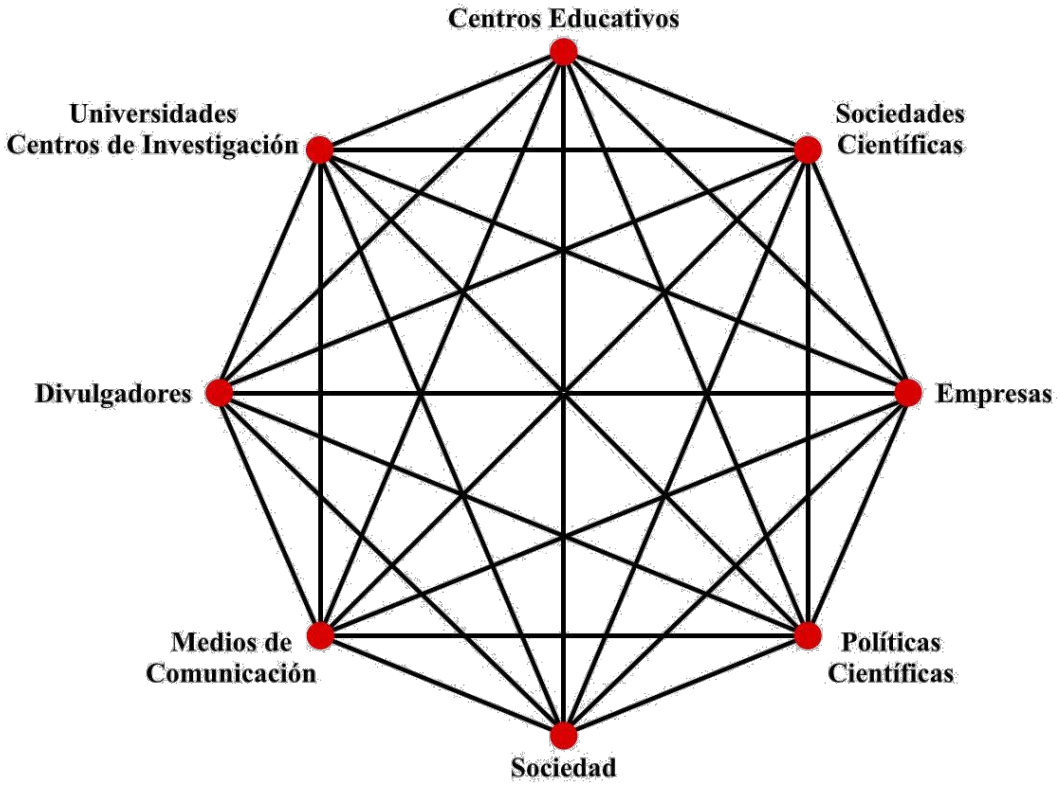


Figura. 5. Diagrama en el que se ilustra la relevancia de la conectivad entre diferentes colectivos sociales.

Educar, culturizar y asentar una sociedad científicamente bien formada no se conseguirá trabajando por separado en cada uno de estos ámbitos, sino más bien apelando a una perspectiva global.

Referències

[1] N. Michaux, “William Carr: La Paz, el Frío y la U.N.E.C.O”, Extracto de Fuentes UNESCO, Diciembre 1991.

[2] “Aspectos generales de la interacción de la radiación con el medio biológico”, Curso de supervisores de instalaciones radiactivas, Material didáctico CSN-CIEMAT, 2013.

[3] “Apuntes sobre los Estudios de Percepción Social de la Ciencia y de la Tecnología”, FECYT, 2007.

[4] R. C. Davis, “The public impact of science in the mass media: a report on a nation-wide survey for the National Association of Science Writers”, Survey Research Center, University of Michigan, 1958.

[5] M. W. Bauer, N. Allum and S. Miller, “What can we learn from 25 years of PUS survey research? Liberating and expanding the agenda”, Public Understanding of Science, 2007.

[6] Report of the science in society session, “Public Engagement in Science”, Portuguese Presidency Conference, The future of science and technology in Europe, 2007.

[7] E. Muñoz, “Eurobarómetro 2010 sobre Ciencia y Tecnología. La Situación de España en el Contexto Europeo”, Informes técnicos CIEMAT, 2011.

[8] “VIII Encuesta de Percepción Social de la Ciencia”, FECYT, 2017.

[9] A. L. Kroeber and Clyde Kluckhohn, “Culture: a critical review of concepts and definitions”, New

York: Vintage Books, 1952.

[10] Jon D. Miller, “Scientific Literacy: A Conceptual and Empirical Review”, Daedalus, Vol. 112, No. 2, Scientific Literacy (Spring, 1983), pp. 29-48.

[11] C. P. Snow, “The REDE lecture”, Cambridge University Press, 1959.

[12] W. F. Bodmer, “The Public Understanding of Science”, The Royal Society, 1985.

[13] G. Thomas and J. Durant, “Why should we promote the public understanding of science?”, Scientific Literacy Papers, 1987.

[14] Bruce V. Lewenstein, “Models of Public Communication of Science and Technology”, Public Understanding of Science, 2003.



PÍNDOLES

Activitats STEM amb Arduino

José Ramón Pintos[1], Juan José Ruiz[1]
pintos_jos@gva.es, ruiz_juarui@gva.es
Cefire CTEM (Científic, Tecnològic i Matemàtic de la Comunitat Valenciana)[1]

Modalitat: Píndola.
Nivell educatiu: Educació Secundària Obligatòria i Batxillerat.

Resum

En el Cefire CTEM hem posat en marxa una línia de formació amb l'objectiu principal de realitzar en les matèries de l'àmbit científic activitats pràctiques de laboratori que incorporen l'ús de sensors electrònics amb la placa i el software de la plataforma lliure Arduino. Es tracta d'activitats de laboratori tipus EXAO (Experiències Assistides per Ordinador) que incorporen l'ús de les noves tecnologies i les TIC a l'aula. Aquestes activitats pràctiques pretenem que siguen activitats d'investigació de l'alumnat guiada pel/ per la professor/a. Descrivim amb detall la realització d'activitats clàssiques del currículum de Física i Química com són les lleis experimentals dels gasos Llei de Boyle i Llei de Charles. Aquestes pràctiques han estat dissenyades i posades en pràctica en cursos de formació de professors en actiu. Els materials generats estan disponibles en préstec com a recursos per a centres escolars de la comunitat.

Paraules clau: Pràctiques de laboratori, Investigació guiada, Arduino, EXAO, TIC.

1. Per què són importants les activitats pràctiques en ciències?

Quan es planteja al professorat de ciències perquè és important la realització d'activitats pràctiques aporten un allau de raons rellevants. Les activitats pràctiques permeten a l'alumnat familiaritzar-se amb una part fonamental de la metodologia científica. Són activitats atractives, entretingudes i divertides pels alumnes i desperten el seu interès incrementant la seua motivació per l'estudi de la matèria. Faciliten el treball col·laboratiu i cooperatiu entre l'alumnat i faciliten l'atenció de la diversitat de l'alumnat. Ajuden a comprendre els conceptes, idees, models (relacionar teoria i pràctica). Adquirir destreses en la manipulació dels instruments i els procediments bàsics de laboratori. Aquestes raons que han aparegut en els cursos de formació que hem estat realitzant al llarg del passat curs són coincidents amb les descrites en altres treballs [1].



2. Com han de ser les pràctiques de laboratori?

Històricament les activitats pràctiques han estat considerades una part important del currículum de les matèries de ciències Les primeres pràctiques en educació es realitzaren a la segona meitat del segle XIX, i es pensava que per a aprendre ciència l'estudiant havia de repetir el que realitzava el científic en el seu laboratori. Durant les dècades dels anys 50 i 60 del segle XX el laboratori escolar va rebre un gran impuls degut fonamentalment a la política dels estats units, generada pel síndrome Sputnik, de potenciar el desenrotllament científic i tecnològic.

Al llarg dels anys 80 i 90 es desenrotllen projectes d'orientació constructivista, que pretenien ser més assequibles per a tots els alumnes, en els quals els treballs pràctics consisteixen en activitats de descobriment de fets conceptes i lleis mitjançant l'ús dels procediments científics en situacions guiades pel professor. Des de llavors sembla que hi ha consens en el fet de que les activitats pràctiques no poden ser únicament com a observacions d'algun fenomen per a "extreure" d'ell algun concepte o com a guies o conjunt d'instruccions (receptes) a realitzar en el laboratori [2] i [3].

L'alternativa que nosaltres hem adoptat és plantejar les activitats pràctiques de laboratori com a investigacions o indagacions que tenen en compte el problema que cal solucionar, l'interès que té aquest problema, el marc teòric necessari per a abordar la solució, la formulació temptativa d'hipòtesis, el procés de disseny que precedeix a la realització d'experiments i l'anàlisi crític dels resultats obtinguts [4]. Aquesta proposta és coherent amb el que es conneix com a metodologies IBL (Aprenentatge basat en la investigació) i IBSE (Ensenyament de la ciència basat en la investigació). Aquestes metodologies van adquirir especial rellevància a conseqüència de l'informe Rocard de 2007 [5] i han mostrat la seua eficàcia per a promoure l'interès i millorar la competència científica de l'alumnat [6].

A finals del s XX es van incorporar amb força les noves tecnologies a la vida quotidiana dels ciutadans i d'igual manera, malgrat que amb retard, també al



món de l'ensenyament i a les activitats pràctiques. Així el laboratori escolar actualment pot veure's equipat amb sensors que mesuren en temps real i faciliten la recollida i anàlisi de dades respecte d'un fenomen experimental [7]. El treball experimental es pot complementar amb animacions, simulacions i laboratoris virtuals que a més de la seua interactivitat permeten superar les barreres del temps, cost, complexitat i seguretat [8]. Però la inclusió de l'ús de les TICs no implica necessàriament una millora dels processos d'ensenyament, inclòs existeix el risc d'un retorn a enfocaments pedagògics més tradicionals o transmissius [9]. Per això el repte és introduir aquestes eines de forma que aporten un veritable valor afegit a les classes de ciències en general i en el nostre cas a les activitats pràctiques.

Al llarg dels últims anys ha adquirit gran força el conegut com a moviment maker [10] basat en el (DIY, fes-ho tú mateix) que ha esclatat com a conseqüència de l'aparició d'eines digitals pel disseny i la fabricació de forma assequible d'objectes, mecanismes i màquines, software i hardware lliure i els mitjans digitals col·laboratius via Internet que permeten compartir el coneixement generat de forma senzillíssima i immediata. La introducció del moviment maker en les aules suposa recolzar la construcció de l'aprenentatge actiu basat en objectes i en projectes també de l'experimentació i el joc com a materials i eines d'aprenentatge amb un recolzament fonamental de les TICs.

És en aquest context que nosaltres proposem la introducció de sensors electrònics i hardware Arduino per a la realització d'activitats pràctiques de tipus EXAO (Activitats pràctiques assistides per ordinador)

3. Com es comporten els gasos?

A mode d'exemple presentarem una proposta metodològica per a estudiar els gasos que es podria aplicar dins de la matèria de Física i Química a un nivell de primer de Batxillerat. En aquesta seqüència d'activitats utilitzem la placa Arduino i el sensor BMP 180 per a estudiar el comportament dels gasos ideals. Els objectius que volem assolir en realitzar aquesta activitat els podem concretar amb els següents enunciats:



3.1 Objectius de l'activitat pràctica:

- Realitzar una activitat pràctica amb un enfocament indagatiu coherent amb la metodologia científica.
- Utilitzar sensors i la placa Arduino per a obtindre dades de pressió, temperatura i volum d'un gas.
- Tractar i analitzar les dades utilitzant les enes TICs adequades: Full de càlcul de Lliurex i programa Graph.
- Aplicar el model cinètico-corpuscular dels gasos per a analitzar les dades experimentals obtingudes en transformacions de volum i temperatura de gasos.
- Aportar proves indirectes experimentals de l'existència del zero absolut de la temperatura.
- Diferenciar l'escala Celsius de l'escala absoluta de temperatura tot il·lustrant la seua relació.
- Obtindre conclusions basades en dades i mantenir una actitud crítica al voltant dels resultats obtinguts en una determinada investigació o experiment.

Per a iniciar l'activitat pràctica és important despertar l'interés de l'alumnat per allò que es va a realitzar. Una possible estratègia per a fer-ho és començar recordant que una de les propietats que permeten diferenciar als gasos dels líquids és la seua compressibilitat. Aquest comportament es posa de manifest quan s'intenta comprimir dins d'una xeringa aigua i aire. Mentre que l'aire redueix fàcilment el seu volum en augmentar la pressió manualment a l'èmbol mòbil, l'aigua no redueix apreciablement el seu volum encara que realitzem molta força sobre l'èmbol.

3.2 Plantejament del problema i emissió d'hipòtesi

Aquesta senzill experiment ens permet plantejar el problema inicial que volem abordar: ***Quina relació existeix entre el volum i la pressió de l'aire?***

Per a abordar l'estudi del problema cal recordar els factors que tenen influència en la pressió d'un gas. L'alumnat és capaç d'enumerar les variables volum, temperatura, quantitat de gas i de vegades també indiquen la naturalesa del



gas. Aquesta reflexió ens permetrà emetre adequadament la hipòtesi i realitzar un disseny de control de variables correcte per tal de posar a prova la hipòtesi. D'aquesta forma és molt probable que els/les alumnes arriben a proposar una hipòtesi d'aquesta forma:

La relació entre la pressió i el volum d'una determinada quantitat de gas que manté la seua temperatura constant és de proporcionalitat inversa…

Aleshores, si determinarem valors de pressió i de volum per a una determinada quantitat de gas i a la mateixa temperatura i representarem la pressió front al volum obtindríem una hipèrbola. I si representarem la pressió en front a la inversa del volum obtindríem uns punts que s'alinearien al voltant d'una recta que passaria per l'origen.

3.3 Disseny experimental

La conseqüència immediata de la hipòtesi plantejada pràcticament és el disseny experimental que caldrà utilitzar per a «falsar» la hipòtesi. Un dispositiu que a temperatura constant ens permeta modificar controladament el volum de l'aire i determinar la pressió del mateix.

En el mercat, existeix el sensor electrònic BMP 180 que realitza determinacions simultànies de pressió i temperatura del gas que l'envolta. Si aquest sensor es situa a l'interior de un recipient de volum conegut i variable que continga l'aire ens proporcionarà les dades necessàries per a la nostra experiència.

A la figura 1, es mostra una xeringa de plàstic amb el sensor de pressió i temperatura BMP 180 al seu interior, els orificis de l'èmbol per on passen els cables de connexió del sensor es segellen amb cola epoxi de dos components per a assegurar l'estanquitat del dispositiu.

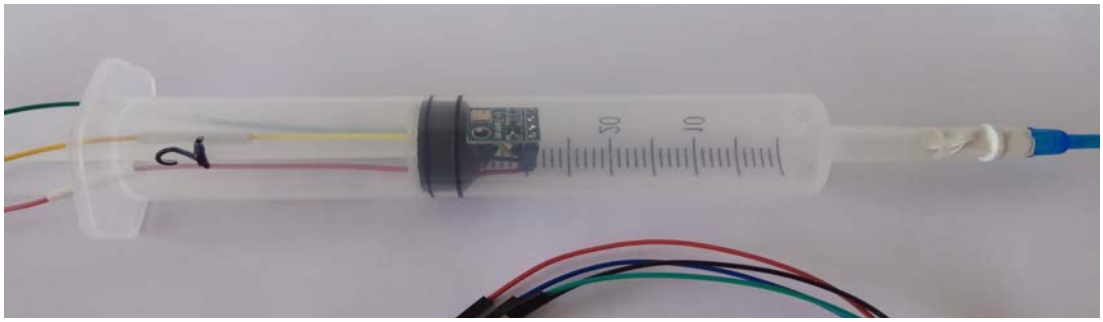


Figura 1: Xeringa amb sensor BMP 180 al seu interior.

El sensor es connecta a una placa Arduino que actua com a un microordinador, mitjançant el programa dissenyat (sketch) envia les instruccions al sensor per a que vaja adquirint dades de pressió i temperatura amb una determinada freqüència. Transforma aquestes dades de tipus analògic en digitals per a que puguen ser tractades mitjançant l'ordinador. A la vegada envia instruccions a un ordinador, mitjançant el «Monitor serie», per a registrar les dades volum i pressió. A la figura 2 es representen les connexions entre la placa Arduino i el sensor BMP 180.

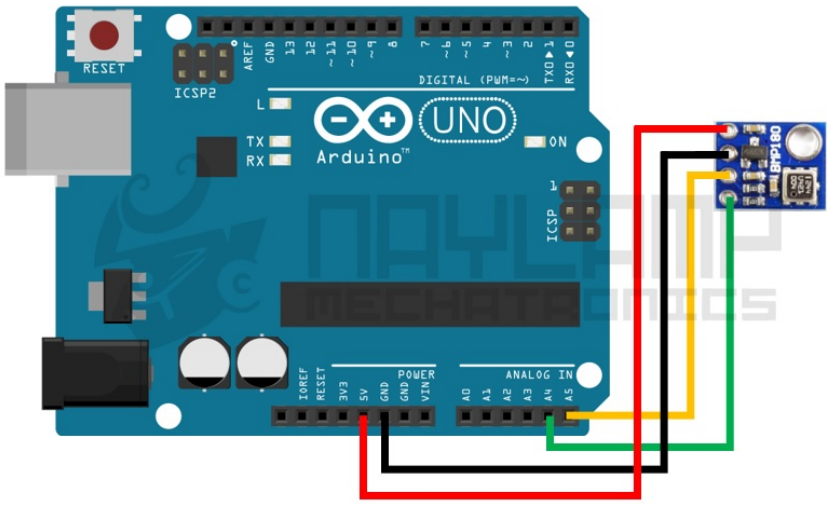


Figura 2: Connexió Placa Arduino sensor BMP 180.

Sensor BMP 180	**Placa Arduino**
VIN	5 V
GND	GND
SCL	A5
SDA	A4

Taula 1: Connexió Placa Arduino-Sensor

Evidentment aquest disseny, a no ser que els/les alumnes estiguen acostumats/des a treballar amb sensors i la placa Arduino, difícilment serà proposat de forma totalment autònoma, es tractaria per tant de que el professor/a guiara a l'alumnat per a que arribaren a una proposta semblant a aquesta i que per tant la pogueren considerar com a pròpia.

El programa (sketch) proposat, sol·licita que entrem mitjançant el teclat la dada del volum que ocupa el gas, en aquest cas aire, que es llegeix a partir del volum que indica la xeringa.

```
#include <Adafruit_BMP085.h>

// Antes de ejecutar el código hay que descargar la libreria del sensor. Se puede descargar en:
// https://learn.adafruit.com/bmp085/using-the-bmp085
// Vin -> 5V
// GND -> GND
// SCL -> A5
// SDA -> A4
#include "Wire.h"    // imports the wire library for talking over I2C
#include "Adafruit_BMP085.h"  // import the Pressure Sensor Library
Adafruit_BMP085 mySensor;  // create sensor object called mySensor
// Up to 0.03hPa / 0.25m resolution
// -40 to +85°C operational range, +-2°C temperature accuracy
float tempC;  // Variable for holding temp in C
float pressure; //Variable for holding pressure reading en hPa. Pressure sensing range: 300-1100 hPa
float pres;
float volum;
int incomingByte=0;

void setup(){
Serial.begin(115200); //turn on serial monitor
mySensor.begin();   //initialize mySensor
Serial.println();
Serial.println("Escribe el volumen en ml y pulsa Enter");
Serial.println("Volumen (l) Temperatura (°C)  Pressió (atm)");
}

void loop() {
while (Serial.available() == 0) {};
tempC = mySensor.readTemperature(); //  Be sure to declare your variables
pres=mySensor.readPressure(); //Read Pressure
pressure = float(pres/101325.); //Pasamos de hPa a atmósferas
volum=Serial.parseFloat()/1000;
Serial.print(volum,3);
Serial.print("   ,   ");
Serial.print(tempC);
Serial.print("       ,       ");
Serial.println(pressure,4);
delay(2500); //Pause between readings.
}
```

Taula 2: Sketch per a captar dades de volum i pressió d'una xeringa.

Les dades obtingudes són copiades i exportades per al seu anàlisi a algun programa adient (full de càlcul o Graph).

A les figures 3 i 4 es mostren els gràfics de la pressió en atmosferes front al volum en mL i la pressió en atmosferes font a la inversa del volum



respectivament. Aquestes dades van ser obtingudes en un curs de formació de professors de secundària realitzat al CEFIRE CTEM.

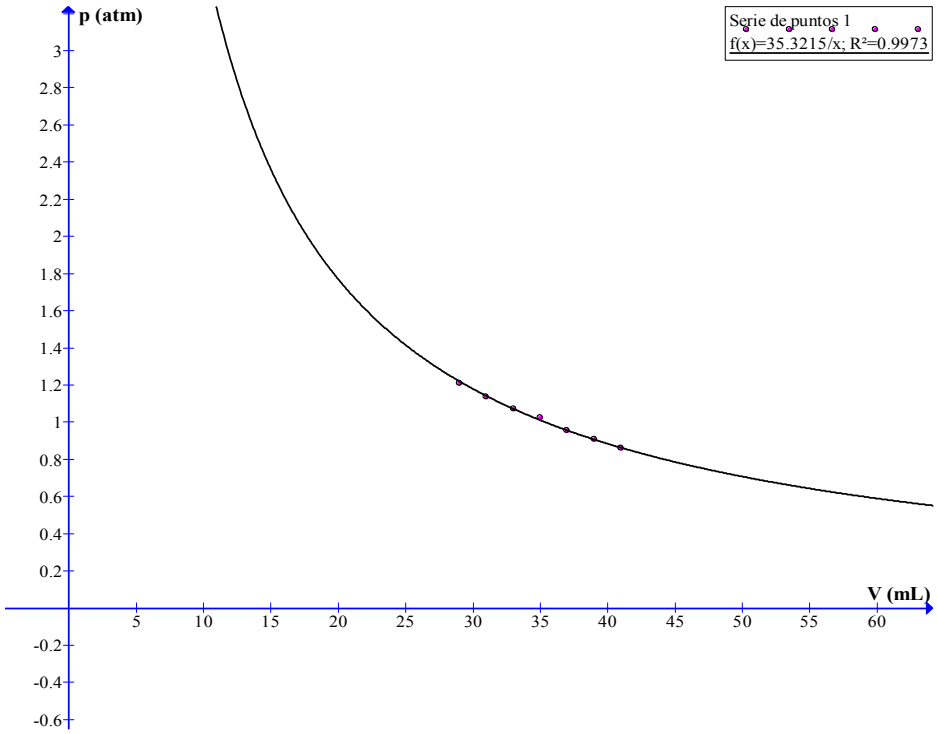


Figura 3: Gràfic P (atm) en funció del V (mL)

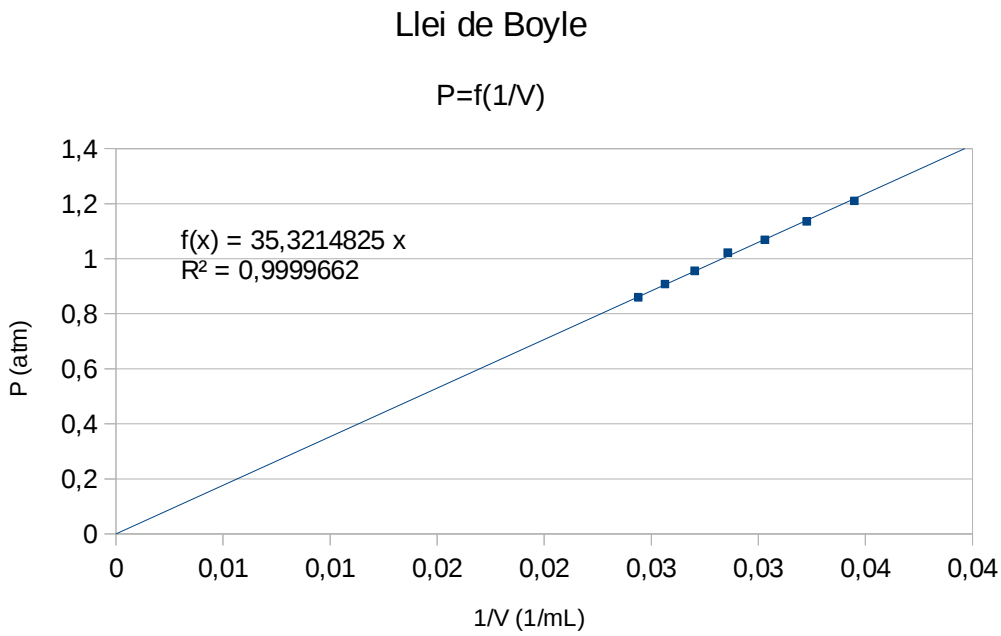


Figura 4: Gràfic P(atm) en funció de la inversa del volum 1/V (1/mL)

A partir dels gràfics anteriors obtenim la mateixa funció per al comportament de l'aire:

$$P=35,3215/V;\ r^2=0,9973$$

Els puts experimentals s'ajusten molt bé al comportament de la hipèrbola característica de la funció de proporcionalitat inversa. Els coeficients de regressió d'ambdós ajusts per al gràfic 3 i 4 són molt propers a 1 indicant la bona distribució dels punts respecte de la funció calculada.

Per tant, les variables, també anomenades funcions d'estat, P i V d'un gas són inversament proporcionals.

3.4 Conclusions i noves propostes d'investigació

Caldrà revisar amb els/les alumnes quin és l'àmbit de validesa d'aquesta conclusió obtinguda. Hem treballat amb aire a una temperatura ambient de aproximadament 20ºC i a valors relativament baixos de pressió (propers a 1 atm) tot mantenint la quantitat d'aire constant. Però, tal i com coneixem a partir de la teoria cinètica corpuscular dels gasos [11] aquestes

El debat a classe ha de permetre formular preguntes que poden servir de punt de partida de noves investigacions, per exemple:

De quin valors depèn aquesta constant de proporcionalitat inversa?

Com es comportaria altre gas diferent a l'aire? o Com influeix la naturalesa del gas en la compressibilitat?

Que li passarà a la pressió del gas si mantenint constant el volum i la seua naturalesa modifiquem la temperatura?

Aquesta última investigació reprodueix la que va portar a principis del segle XIX a Gay-Lussac a enunciar la llei de la pressió dels gasos.

A continuació parlarem d'aquesta nova investigació, o activitat pràctica, que permet il·lustrar la utilitat de l'escala absoluta de temperatures i l'existència de proves indirectes del zero absolut de temperatura.

3.5 Com varia la pressió amb la temperatura?

L'alumnat ha de ser capaç de formular una pregunta investigable que els permeta enfrontar-se amb el problema a resoldre. A continuació caldrà que formulen una hipòtesi adequada. És bastant habitual que els alumnes sàpiguen



que en augmentar la temperatura d'un gas que es manté en un recipient tancat augmenta la seua pressió, de fet, solen afirmar que si s'augmenta molt la temperatura el recipient pot arribar a esclatar. La conseqüència és que a mode d'hipòtesi solen suggerir que la relació entre la pressió i la temperatura és de proporcionalitat directa.

La hipòtesi que habitualment proposen és:

La relació entre la pressió i la temperatura d'una determinada quantitat de gas que manté constant el seu volum és de proporcionalitat directa…

Aleshores, si determinarem valors de pressió i de temperatura per a una determinada quantitat de gas confinada en un recipient rígid (de volum constant) i representarem les dades de la pressió en funció de la temperatura obtindríem una recta que passaria per l'origen.

En aquest cas, ja és més probable que l'alumnat, de forma totalment autònoma, siga capaç de proposar un disseny experimental per a posar a prova la hipòtesi. Es tractaria d'aconseguir que el dispositiu de la xeringa que conté el sensor de temperatura i pressió BMP 180 mantinga el seu volum constant i es modifique la seua temperatura. Per a fixar el volum es va utilitzar un passador metàl·lic que fixava l'èmbol mòbil a la resta de la xeringa. I per a modificar la temperatura es va utilitzar un bany d'aigua calenta en el qual es submergia la xeringa tal i com es mostra en la Figura 5.

Es va utilitzar un programa (Sketch) d'Arduino que prenia valors de pressió i temperatura cada 2,5 segons i els escrivia en una taula del «Monitor sèrie».

Els valors van ser copiats i exportats a un full de càlcul per a poder analitzar-los adequadament, obtenint així el gràfic corresponent a la Figura 6.



Figura 5: Disseny experimental per a estudiar P=f(t).

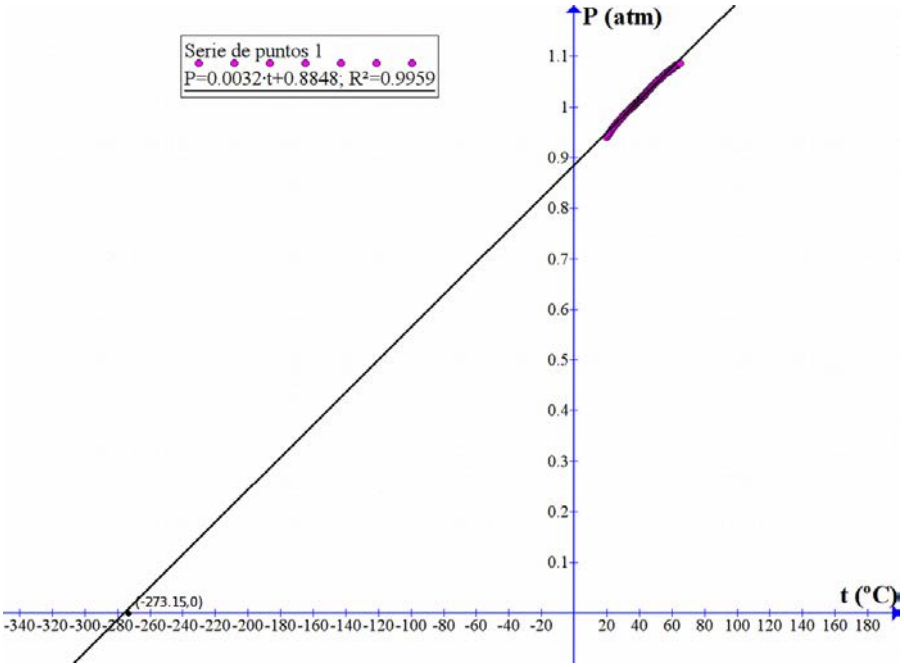


Figura 6: Gràfic P(atm) en funció de la temperatura Celsius.

Els punts experimentals s'alineen bastant bé indicant que el comportament lineal és bastant probable però la recta ajustada no passa per l'origen, per tant, podem afirmar que **la pressió del gas no és directament proporcional a la temperatura en graus centígrads o Celsius**.

Però en aquest moment es pot fer reflexionar als/ a les alumnes al voltant del significat del punt en el qual la recta que descriuen les dades talla l'eix de les abscisses. En aquest punt la pressió és zero per a una temperatura negativa. Què vol dir que la pressió és zero? No es produeix cap xoc de les partícules del gas amb les parets del recipient degut a que les partícules estan quietes. Si el fet de que la pressió siga zero és sorprenent, l'existència d'una pressió negativa que és produiria per a temperatures inferiors no té cap sentit. D'aquesta manera els alumnes veuen com indirectament es pot demostrar l'existència del zero absolut de temperatura.

A partir del gràfic i tenint en compte que l'equació ajustada és:

$$P= 0{,}0032 \cdot t + 0{,}8848 \quad r^2 = 0{,}9959$$

El valor pel qual la pressió es faria zero, zero absolut de temperatura seria, -276,5 ºC.

El zero absolut de temperatura és la temperatura més baixa possible, que correspon a -273,15ºC i a aquesta temperatura l'energia interna del sistema és la menor possible, per la qual cosa les partícules del gas, segons la mecànica clàssica, no tindran cap moviment.

Podem veure com la diferència entre el valor acceptat i el valor determinat experimentalment no arriba a ser del 1,5%.

El pas següent és transformar les dades de temperatura Celsius sumant 273,15ºC que correspon a l'escala absoluta de temperatures que s'inicio amb el zero que coincideix amb el zero absolut. En la Figura 7 es representa la pressió en atmosferes del gas en funció de la temperatura absoluta, que es calcula sumant a la temperatura centígrada 273,15.

Observem que els punts s'ajusten a una recta que passa per l'origen amb la següent equació:

$$P= 0{,}0032 \cdot T; \quad r^2 = 0{,}9958$$



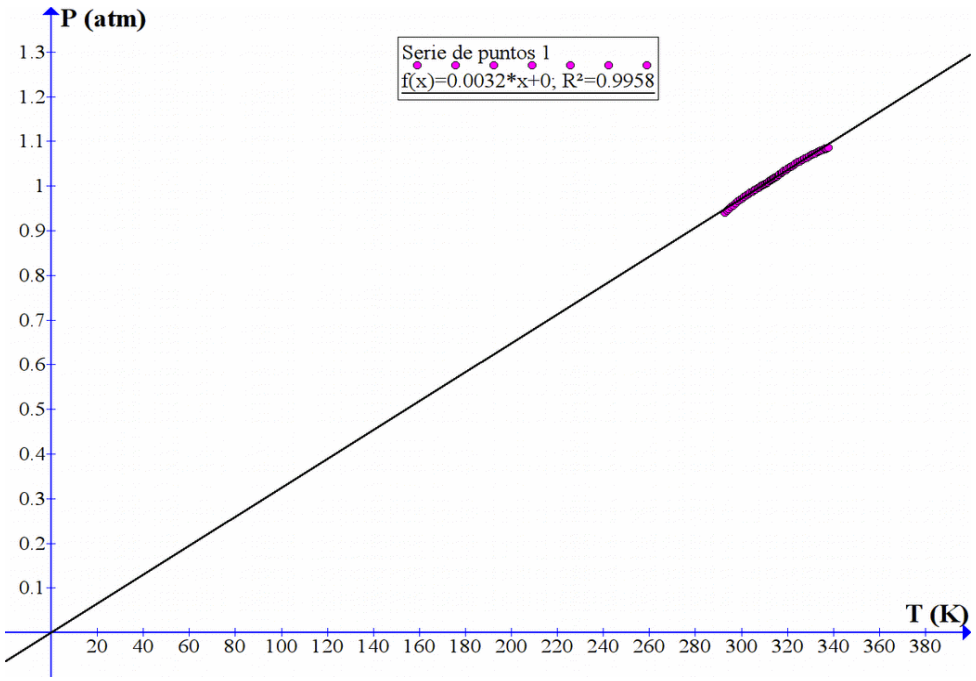


Figura 7: Gràfic P(atm) en funció de la temperatura absoluta (K).

De forma que podem concloure que l**a pressió d'un gas és directament proporcional a la temperatura absoluta (Kelvin).**

4. Conclusions i implicacions didàctiques

Una vegada realitzada l'activitat toca fer una avaluació de la mateixa. L'estudi experimental dels gasos és un tema fonamental en la matèria de Física i Química que apareix en els continguts a tractar en 2n i 3r d'ESO i 1r de Batxillerat. Tradicionalment, des de diferents projectes didàctics, s'han proposat activitats pràctiques per a estudiar les lleis experimentals dels gasos, fonamentalment la Llei de Boyle. Així ha segut habitual utilitzar xeringues que s'omplien d'aire i es segellaven i a sobre de les quals s'anaven col·locant diferents càrregues [12]. La càrrega aplicada es representa front al volum que indica la xeringa observant així un comportament de proporcionalitat inversa.

Altra forma de realitzar la pràctica de la llei de Boyle és utilitzant la bureta de gasos que es mostra a la Figura 8. Aquest dispositiu conté un recipient calibrat on es situa l'aire que es connecta mitjançant un tub flexible amb altre recipient obert que conté mercuri. A partir de la diferència d'alçada entre les dos

branques de la columna de mercuri i comparant amb la pressió atmosfèrica es determina la pressió de l'aire a la bureta

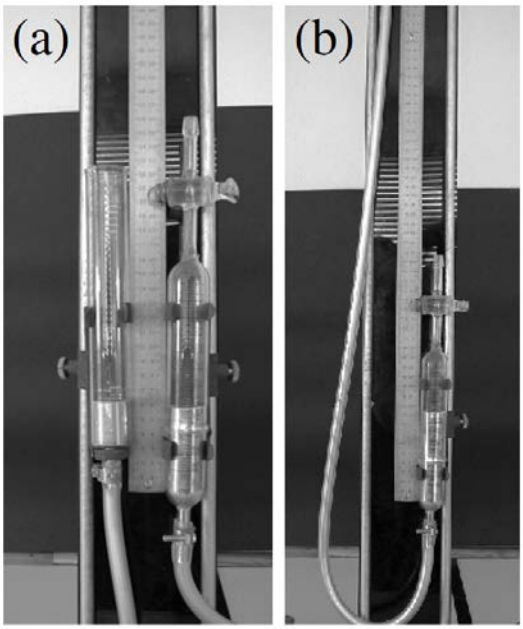


Figura 8: Bureta de gasos.

Existeixen també equips comercials EXAO (Experiències Assistides per Ordinador) que disposen de sondes de pressió i que per tant permeten realitzar estudis experimentals de gasos.

Per tant, en utilitzar el sensor BMP 180 i els materials d'Arduino, què guanyem respecte d'altres propostes anteriors?

La precisió i exactitud de les dades obtingudes és molt superior a l'obtinguda amb mètodes com el d'anar situant càrregues successives sobre la xeringa. Respecte a la bureta de gasos cal destacar l'alta perillositat de treballar amb mercuri, substància altament tòxica i perillosa per al medi ambient, en el laboratori escolar.

Per últim, els resultats obtinguts són de la mateixa qualitat que els obtinguts amb equips comercials EXAO. En canvi, treballar amb materials comercials obliga a utilitzar protocols per a realitzar les pràctiques que deixen poc marge per a que els alumnes realitzen els seus dissenys experimentals i puguen afrontar la resolució de nous problemes.

Arduino permet una gran versatilitat de sensors i disposició dels mateixos. En el nostre cas, el fet d'incorporar el sensor a l'interior de la xeringa ens permet estudiar la llei de la dependència entre la pressió i la temperatura fàcilment. Per això, els materials d'Arduino permeten dissenyar unes activitats pràctiques molt més obertes i creatives per l'alumnat que els equips comercials EXAO.

Des del CEFIRE CTEM en els cursos de Formació del Professorat hem treballat altres temàtiques aplicant aquesta mateixa metodologia d'investigacions guiades:

- Estudis del moviments rectilinis amb sensors d'ultrasons com és el cas de la caiguda lliure, moviment en un pla inclinat o moviment oscil·latori d'una molla helicoïdal.
- Estudis del pH mitjançant elèctrodes de vidre.
- Estudis termomètrics amb sonda de temperatura, com l'escalfament de líquids purs, valoracions termomètriques o determinacions calorimètriques.
- La preparació d'un fotòmetre de radiació UV per a estudiar l'eficiència de diferents filtres solars.
- Estudis de la intensitat de la llum.

Segons el nostre punt de vista aquest Projecte és STEM perquè implica el treball de continguts de diferents matèries com Física i Química, Matemàtiques, Biologia, Tecnologia, TIC (Tecnologies de la Informació i la Comunicació) i TAC (Tecnologies de l'Aprenentatge i el Coneixement), a més d'estar centrat en el tractament dels problemes d'interès de l'alumnat que siguen rellevants en la ciència escolar i en el currículum de secundària.

S'incorpora l'ús de les noves tecnologies però a la vegada mantenint aquells aspectes tradicionals respecte dels quals n'hi ha consens des de la didàctica de les ciències del seu bon funcionament: treballar en grup, fer les classes participatives, aplicar la metodologia científica, potenciar l'interès i participació creativa de l'alumnat. A la vegada, es pretén fugir d'antics plantejaments que s'han mostrat ineficients basats en una metodologia merament transmissiva de



coneixements en les quals les pràctiques es plantegen com a reproduccions d'unes instruccions manipulatives semblants a receptes de cuina.

Hem constatat la valoració positiva per part dels professors que han participat en les accions formatives inicials del projecte. Les activitats pràctiques elaborades pels assistents són creatives i obtenen resultats molt bons.

Malgrat que es disposa de gran quantitat d'informació de software i hardware lliure, o pot ser també per això, és important que en dissenyar noves experiències pràctiques estudiar detalladament el comportament de sensors a més d'elaborar els programes (Sketch) d'Arduino necessaris per al seu ús. Aquest és un procés laboriós per la qual cosa entenem que és molt convenient establir xarxes de professors per a compartir informació al voltant d'aspectes relacionats amb les pràctiques. En aquest sentit pensem que el Cefire CTEM pot facilitar aquesta tasca d'intercanvi d'experiències, de facilitador de recursos i d'assessoria.

Per tant d'un Projecte Innovador perquè incorpora materials d'Arduino estesos a nivell mundial, corresponent a avanços recents en tecnologia que permeten als alumnes ser creatius en un entorn tecnològic que els és quotidià.

Referències

[1] MARTÍNEZ TORREGROSA, J., DOMÈNECH, J. L., MENARGUES, A. & ROMO, G. (2012). *Educación química.,* 23(núm. extraord. 1), pp 112-126

[2] CAAMAÑO, A. (2012): «¿Cómo introducir la indagación en el aula? Los trabajos prácticos investigativos». Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales, núm. 70, pp. 83-91

[3] CRUJEIRAS, B. & JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M.P. (2015) Desafíos planteados por las actividades abiertas de indagación en el laboratorio: articulación de conocimientos teóricos y prácticos en las prácticas científicas. Enseñanza de las Ciencias, 33 1 pp 63-84

[4] CARRASCOSA, J., DOMENECH,J.L., MARTÍNEZ-TORREGROSA, J., OSUNA, L. & VERDÚ, R. (2014). Curso básico de didáctica de las ciencias. Ed E. Corredor. Valencia. Disponible en línia en Internet [http://didacticafisicaquimica.es/curso-basico-de-didactica-de-las-ciencias/] consulta 6-11-2018.

[5] ROCARD, M. (2007): Science Education Now: a Renewed Pedagogy for the future of Europe. Bruselas. Expert Group of the European Commission. Disponible en línia en Internet



[http://ec.europa.eu/research/sciencesociety/document_library/pdf_06/reportrocard-on-science-education_en.pdf]. Consulta 6-11-2018.

[6] VIENNOT, L. (2011): «Els molts reptes d'un ensenyament de les ciències basat en la indagació: ens aportarà múltiples beneficis en l'aprenentatge? ». Ciències, núm. 18, pp. 22-36.

[7] TORTOSA, M. (2012). The use of microcomputer based laboratories in chemistry secondary educa-tion: Present state of the art and ideas for research-based practice. Perspective. Chem. Educ. Res. Pract., 13, pp. 161-171.

[8] RUTTEN, N.; JOOLINGEN, W.R. van; VEEN,J.T. van der (2012). «The learning effects of computer simulations in science education». Computers & Education [en línia], vol. 58, núm. 1, p. 136-153.

[9] LÓPEZ-SIMÓ, V; COUSO, D. , SIMARRO, C.; GARRIDO, A.; GRIMALT, C.; HERNANDEZ, M.I. & PINTÓ, R. (2017). El papel de las TIC en la enseñanza de las ciencias en secundaria desde una perspectiva de la práctica científica. Enseñanza de las ciencias. Nº Extraordinario. X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las ciencias, pp. 691-697.

[10] ROSENFELD, E. & SHERIDAN, K. (2014). The Maker Movement in Education. Harvard educational review, 84, 4 pp 495-504

[11] CARRASCOSA, J., MARTÍNEZ-TORREGROSA, J., MARTÍNEZ SALA, S, RUIZ, J.J., (2016) Física y Química 1º Bachillerato. Ed E. Corredor. Valencia. Disponible en línia en Internet [http://didacticafisicaquimica.es/fisica-quimica-1o-bachillerato-lomce/] consulta 6-02-2018.

[12] FURIÓ, C. & CARRASCOSA, J. (2005) ¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Capítulo 13 ¿Cómo explicar la gran diversidad de materiales y sus transformaciones? pp 269-296. Ed UNESCO-OREALC. Disponible en línia en Internet [https://www.oei.es/historico/decada/libro.php] consulta 16-02-2018.

Aras de los Olmos, la aventura del conocimiento a través de una pequeña gran historia

Joaquín Martín Cubas

Joaquin.martin@uv.es

Universidad de Valencia

Modalidad: Píldora.
Nivel educativo: Interniveles.

Resum

El texto recoge la experiencia educativa desarrollada en Aras de los Olmos ligada a un modelo de desarrollo global y holístico para el municipio a partir de los principios de la nueva gobernanza democrática y los planteamientos de desarrollo bottom up, desde abajo y participativos. El Centro Big History de la Universidad de Valencia en Aras de los Olmos nos proporciona el complejo contexto integrado por el Cosmos, la Tierra y la Sociedad en el que los seres humanos nos situamos para entender y encontrar las mejores respuestas a los por qués del mundo, de la vida y del ser humano. Pocos sitios como Aras de los Olmos reúnen en tan poco espacio los grandes hitos de la gran historia del Universo y de la Humanidad.

Palabras clave: Educación, Ciencia, Desarrollo, Gobierno local, Big History

Índice: *1. Aras de los Olmos, las razones de un modelo de desarrollo.- 2- El modelo de implementado: alianza entre educación, ciencia y desarrollo.- 3. El Centro Big History de divulgación científica y medioambiental como hito del proyecto.- 4. Los frutos alcanzados: una gran historia que contar.*

Los procesos de despoblación y sus consecuencias en buena parte de las zonas montañosas y del interior peninsular, excepto Madrid, son conocidos desde hace mucho tiempo. Así lo atestiguan numerosos trabajos científicos que, normalmente desde el campo del análisis geográfico y demográfico y de la economía, se han publicado en las últimas décadas y también la presencia ocasional en el panorama literario y cultural:

> "Que un fenómeno de la profundidad social y las consecuencias del desmoronamiento de la España rural y agraria apenas haya tenido reflejo en la literatura y en la filmografía españoles … indica hasta qué punto el fenómeno ha sido invisible para los españoles durante décadas. Solamente algunos libros locales, muchos de ellos de carácter



> ensayístico, … suplieron durante años ese vacío sin que su repercusión traspasara apenas los círculos más favorables a la temática… El empeño de unos y otros caía casi siempre en tierra infértil, endurecida por la indiferencia de una sociedad ocupada únicamente en su prosperidad económica o, más tarde, en sortear la crisis a la que el cuento de la lechera y su propia ambición la condenaron."[1]

Pero lo que no había ocurrido nunca es que se tomara conciencia de la necesidad imperiosa de poner en marcha políticas de carácter integral para reorientar el rumbo de esos territorios. Respecto a la Serranía Celtibérica, por ejemplo, ha tenido mucho que ver el trabajo del catedrático de Arqueología de la Universidad de Zaragoza, Francisco Burillo, que visualizó las características singulares y particulares de este territorio y ha venido desarrollando una tarea de divulgación y reivindicación durante los últimos años. Finalmente su trabajo ha conducido a la emergencia de este problema en la agenda pública tanto en el ámbito científico, como el mediático, literario y cultural, y en el político-gubernamental:

> De repente, sin embargo, la aparición de una serie de libros de autores jóvenes, … han hecho que el problema adquiera no sólo visibilidad, que se dice ahora, sino que todo el mundo hable últimamente de él, desde el Gobierno hasta el último "ciudadano". Que la despoblación de la España rural es ya un *problema de Estado* se ha dicho recientemente en la cumbre en Madrid de presidentes autonómicos, y hasta se ha nombrado a un comisionado del Gobierno para intentar tratar el problema."[2]

Basta echar un vistazo a los titulares de los principales medios de comunicación escritos de este país para constatar la presencia cada vez más extendida del problema de los municipios despoblados o en riesgo de despoblación. Así, por ejemplo, en *El País*, desde el 8 de febrero de ese año –"Casi 900 pueblos han desaparecido en los últimos años"– hasta los titulares más recientes –"Contra la despoblación"– se suceden los titulares que hacen referencia al problema en general ("La España terminal.", "Los últimos", "La

1 Llamazares, J. (2017). "La literatura de la España vacía". *El País*, 10 de marzo de 2017.
2 Llamazares, J. (2017). *ibídem*.

Laponia española.", "La lucha (sin fondo) contra la despoblación rural.", "La Siberia española" y un largo etcétera que se puede consultar simplemente abriendo en Internet la hemeroteca de este periódico. Y El País es solo un ejemplo.

Seguramente el año 2017 pasará a la historia como el año en el que la despoblación se ha convertido en uno de los temas que más preocupa a la sociedad española. Julio Llamazares lo resumió muy acertadamente en un artículo que portaba el significativo título de "Ruinas": "cuando una aldea desaparece, desaparece parte de nuestro país"[3]. La muerte anunciada de este territorio pone de relieve la catástrofe que, para un país como España, puede suponer su advenimiento en términos no sólo de pérdida poblacional sino, también, en términos de pérdida patrimonial, cultural, económica y medioambiental. La toma de conciencia de ese problema –generalizado en buena parte de los territorios de montaña de nuestro país (se calcula que en España han desaparecido ya del todo más de 3.000 núcleos de población)– obliga a poner en marcha políticas que modifiquen esta deriva; una deriva que, lejos de ser determinada por factores estructurales, es también fruto de las políticas públicas desarrolladas en el pasado. Obliga, pues, a hacer un esfuerzo de intervención y colaboración política.

Resulta imprescindible diseñar una política de desarrollo integral para estos territorios que permita generar las dinámicas socioeconómicas, culturales y medioambientales que aseguren, entre otras cosas, el incremento de la población de una forma sostenible. A este fin, Aras de los Olmos, un pequeño pueblo de la Serranía Valenciana ha puesto en marcha el proyecto que ahora presentamos de acuerdo con los presupuestos metodológicos que la ciencia puede aportar. El desarrollo como concepto implica la asunción del cambio como un proceso, cambio de una situación previa a una situación futura. Y si de ***políticas para el desarrollo*** hablamos implica algo más, implica voluntad de cambio hacia algo mejor. ¿Mejor desde el punto de vista económico? Desde luego que sí, pero también mejor desde el punto de vista social, territorial,

3Llamazares, J. (2017). "Ruinas". *El País*, 26 de agosto de 2017.

humano. La respuesta no es la economía o, al menos, no es sólo la economía, que también. La respuesta es la política, la política con mayúsculas, la que proyecta hacia el futuro una mejora de todos los parámetros que cuentan en una sociedad, los que aseguran la dignidad de una sociedad en su conjunto y la de los individuos que la conforman en particular. En ese sentido, se ha propuesto e impuesto una nueva noción del desarrollo: **el objetivo genérico en el nuevo contexto de la globalización es el *desarrollo sostenible***, esto es, un desarrollo que "satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades" (Comisión Brundtland, 1987). Tal concepción del desarrollo nos obliga a explorar en sus múltiples dimensiones todas las consecuencias previsibles de cualquier línea de desarrollo que planteemos hacia el futuro.

Como se ha dicho, el incremento de la capacidad de respuesta y ajuste a los nuevos retos globales, necesariamente implica dotar a los individuos, empresas y territorios de los factores que nos permitan ubicar sus habilidades, productos o servicios en este nuevo mercado global[4] pero implica hacerlo de una forma sostenible, asegurando que, ahora nosotros y en el futuro nuestros hijos, podamos alcanzar los objetivos de libertad y bienestar ubicando nuestras habilidades, productos o servicios en el mercado global sin destruir las bases que lo hacen y harán posible, entre ellas el medio ambiente natural que nos rodea, del que nos servimos y en el que vivimos. Ese es el reto; ahora bien, ni existe una única estrategia universal que pueda ser aplicada a cada área o región, con independencia del contexto local ni basta con ubicar habilidades, productos o servicios en el mercado, sino que hay que hacerlo desde cada territorio particular y de forma sostenible.

La alternativa para las comunidades locales, especialmente en el caso de las pequeñas y periféricas, como es el caso de Aras de los Olmos, es clara: quedarse a esperar que otros decidan por ellos o ponerse manos a la obra e intentar aprovechar todas sus oportunidades a partir de su potencial particular de desarrollo. En términos políticos, se necesita *gobernanza democrática*. Las

4Pike, A., Rodríguez-Pose, A. y Tomaney, J. (2011). *Desarrollo local y regional*. Valencia. Publicaciones de la Universidad de Valencia, p. 35.



definiciones sobre la gobernanza son múltiples en la literatura científica sobre la materia y todas ellas hacen referencia a las técnicas e instrumentos para conseguir una gestión política estratégica que combine las iniciativas e intereses de la sociedad, el Estado y el mercado. Pascual Esteve la define como "un modo de gobernar en que lo prioritario es gestionar las relaciones entre los principales sectores implicados para construir colectivamente y de manera compartida la ciudad (el territorio, a nuestros efectos)"[5]. Y aquí hay que destacar **las ventajas y potencialidades de las estrategias *bottom up*, desde abajo o participativas**: empoderan a los individuos y a las comunidades en su conjunto, desarrollando su nivel de autonomía; dotan de sentido a la acciones emprendidas, con mayor conciencia respecto al desarrollo sostenible; generan liderazgos estimulantes y propositivos; contribuyen a crear empresas y empleos más capaces de soportar los cambios en el entorno económico global; fomentan la solidaridad y la colaboración entre los miembros de la comunidad; y contribuyen a una mayor transparencia y responsabilidad de las políticas locales. Como defiende **Tomás Villasante**, "los estilos patriarcales están en el fondo de todas las formas jerarquizadas y autoritarias que están bloqueando la emergencia de la creatividad de la humanidad. Hemos de poder aprovechar las iniciativas que surgen constantemente de las relaciones entre las personas, pues es desde la energía constructiva de los grupos y de las personas como podemos hacer una democracia mejor… (Villasante, 2007: 155).

En definitiva, estos nuevos enfoques para el desarrollo de carácter participativo se presentan como una alternativa apropiada para resolver algunos de los hándicaps recurrentes en las políticas de desarrollo más tradicionales, si bien no por ello están exentos de problemas y dificultades que exigen una clara voluntad política y grandes dosis de prudencia y transparencia en su implementación. A continuación explicamos como un referente de estos nuevos planteamientos el desarrollado en Aras de los Olmos, reconocido como "Caso de éxito" en el Congreso Internacional Alcaldes & Innovación de 2017 y que se

5Pascual Esteve, J.M. (2011). *El papel de la ciudadanía en el auge y decadencia de las ciudades*. Valencia. Tirant lo Blanch, p. 89.



presenta con un fuerte componente educativo y formativo en su formulación. Aras de los Olmos y su proyecto de desarrollo Big History representa un alianza sin precedentes en el mundo rural entre ciencia y territorio al servicio del desarrollo sostenible.

1. Aras de los Olmos, las razones de un modelo de desarrollo

Avanzan más y mejor los pueblos que saben hacia dónde se dirigen. En Aras de los Olmos se ha alcanzado el estado de conciencia necesario respecto a la necesidad de planificar a largo plazo y de forma compartida el futuro al que aspiran los habitantes del municipio y las personas ligadas de una u otra forma al mismo. A este fin, el Ayuntamiento de Aras de los Olmos impulsó hace casi una década la creación de la Fundación *El Olmo* cuyo patronato está compuesto a partes iguales por todos los concejales del ayuntamiento, sea cual sea su adscripción política, y una serie de personas vinculadas al municipio que, por sus especiales características, podían aportar sus capacidades y habilidades al servicio del desarrollo, la calidad de vida y el bienestar de la localidad.

Con esta iniciativa, se ha pretendido dotar al municipio de una herramienta poderosa para alcanzar un marco de estabilidad temporal y político que permita la mayor suma de sinergias posibles a favor del desarrollo. De hecho, se parte de la asunción común que en materia de desarrollo hay un amplio campo abierto al acuerdo que permite empujar por parte de todos los ciudadanos en la misma dirección, dejando las discrepancias e inevitables diferencias de opinión en el ámbito estrictamente político que, en nuestro entorno, se resuelve con elecciones periódicas cada cuatro años y el consiguiente juego entre mayorías y minorías, gobierno y oposición.

Con la creación de una Fundación, apoyada unánimemente por todas las fuerzas políticas del municipio y con una extracción ampliamente representativa de sus vecinos, se trata de superar tres hándicaps recurrentes en las políticas de desarrollo de los municipios del interior en general, y de la Comunidad Valenciana, en particular. Esto es, los tres objetivos fundamentales de la Fundación son dotar a las políticas de desarrollo en este ámbito local de:



1. Estabilidad: las iniciativas políticas de desarrollo requieren para su efectividad marcos temporales extensos por encima de las legislaturas coyunturales.
2. Consenso y compromiso: se alejan de la confrontación partidista buena parte de las iniciativas de desarrollo que, apoyadas por todos y todas, podían verse afectadas por discrepancias ajenas a las mismas.
3. Aportación de todas las capacidades y sinergias posibles: se trata de involucrar al conjunto de la ciudadanía y, especialmente, de contar con las capacidades e iniciativas de todos los vecinos y vecinas y de los que, empadronados en otros lugares, siguen vinculados al municipio.

Aras de los Olmos, situado a cien kilómetros de la ciudad de Valencia en las montañas de la Serranía y colindante con las provincias de Cuenca y Teruel se puede considerar que forma parte del área metropolitana de la ciudad de Valencia si entendemos ésta en un sentido amplio. Hay que tener en cuenta que la emigración de mediados del siglo XX de los vecinos de Aras se produjo fundamentalmente hacia la ciudad de Valencia; esa emigración y la segunda y tercera generación sigue manteniendo casa en el municipio de Aras; los flujos de movimientos, pues, entre Aras y Valencia son numerosos durante los fines de semana y los momentos vacacionales; los vecinos de Aras –fundamentalmente mayores- han tenido su referencia sanitaria en la ciudad de Valencia (hospitales La Fe y Arnau de Vilanova) hasta hace bien poco; también los flujos económicos y comerciales son con la ciudad de Valencia. Aspectos éstos, y no son todos, que nos obligan a pensar en el desarrollo de este pequeño municipio rural en su relación especial con la ciudad de Valencia y su entorno y las posibles sinergias que se puedan producir a partir de esa relación.

Pues bien, el trabajo de la Fundación durante estos últimos años ha dado ya relevantes frutos. Entre los primeros logros más destacados figuran la instalación de una red *wifi* en los núcleos urbanos de Aras y de su aldea Losilla de Aras que permiten el acceso a Internet de forma cómoda, rápida y gratuita a todos los vecinos del pueblo; la Fundación ha dotado a todos los niños en edad

escolar vecinos del municipio un ordenador portátil para su inserción en el mundo digital y su socialización educativa en la nueva sociedad de la información y la comunicación; ha celebrado una *Rural Party* digital con el objetivo de concienciar a la población del municipio en la importancia para el futuro de todos del nuevo mundo de Internet; en el marco de la recuperación del patrimonio histórico-cultural y el desarrollo medioambiental ha puesto en marcha un proyecto de recuperación de los huertos moriscos tapiados del municipio en colaboración con el ayuntamiento; ha colaborado en distintas actividades socio-culturales y lúdicas con el fin de potenciar las vías del desarrollo turístico del municipio, entre otras muchas acciones en curso.

2. El proyecto implementado: alianza entre educación, ciencia y desarrollo

Pero, quizá, lo más importante haya sido la puesta en marcha de un proyecto de desarrollo global del municipio a partir de planteamientos de planificación estratégica compartida. Ese planeamiento estratégico depende de la capacidad de imaginar un escenario futuro para el municipio. En ese sentido, la Fundación ha propuesto tres líneas estratégicas de desarrollo que no resultan incompatibles entre sí, en las que ya se está trabajando desde la Fundación con los vecinos, en colaboración con el Ayuntamiento, y cuya concreción dependerá del desarrollo del proyecto de plan estratégico. Esas tres líneas estratégicas o escenarios son los siguientes:

1. Aras de los Olmos, Plan Zona Rural 6
2. Aras de los Olmos, Slow City
3. Aras de los Olmos, Ciudad Universitaria

2.1. Aras de los Olmos, *Plan Zona Rural 6*

El desarrollo normativo por parte de la Comunidad Valenciana de la Ley 45/2007 para el Desarrollo Sostenible del Medio Rural situó al municipio de Aras de los Olmos en el Plan de la Zona Rural 6 para la cual se definieron unos objetivos estratégicos con carácter general a los que el municipio debía adherirse pero no sólo por imperativo legal sino también por la toma de conciencia de su población sobre la oportunidad y deseabilidad de trabajar en pos de esos objetivos definidos desde la administración.



La formulación de la estrategia sostenible para la Zona 6 determinaba unos objetivos operativos. Dichos objetivos debían ser diseñados basándose en el diagnóstico de sostenibilidad realizado, con el propósito de potenciar actuaciones integrales donde existiera una complementariedad en los ámbitos económicos, sociales y medio ambientales que garanticen la sostenibilidad del territorio.

Los Objetivos globales eran:

» Estabilización de la población mediante el refuerzo de la calidad de vida y el bienestar social.

» Atracción y fijación de población para garantizar el recurso de gestión de las tierras con peligro de despoblación.

» Implantación de equipamientos y dotaciones que mejoren la calidad de vida de la población.

A los que había que añadir toda una serie de objetivos operativos en materia económica, de infraestructuras y equipamientos, social, educativa, sanitaria, cultural o medioambiental. El municipio de Aras de los Olmos sólo debía adaptar sus políticas propias a la estrategia marco definida por la Ley estatal y por el desarrollo normativo de la Comunidad Valenciana en la materia.

2.2. Proyecto Aras de los Olmos, *slow city*

La segunda líneas estratégica consistía y consiste en convertir Aras de los Olmos en municipio integrante de la red *Slow Citties*. Según la filosofía *cittaslow*, el desarrollo y bienestar de la comunidad es uno de los objetivos a conseguir siempre desde una política de respeto hacia el medio y hacia las gentes que lo habitan. El movimiento *cittaslow* es una seña de calidad turística, que recoge estas características y postulados. El movimiento se inicia en Italia en el año 1999 con la finalidad de combatir el ritmo de vida frenético actual. En estos momentos se ha convertido ya en una red de ámbito internacional con numerosas poblaciones adheridas a nivel mundial.

Para formar parte de dicha red, los municipios aspirantes deben reunir una serie de requisitos entre los cuales destacan los siguientes:



a. La aplicación de una política medioambiental basada en técnicas de recuperación y reciclaje de los residuos.
b. Una política urbanística al servicio de la mejora del territorio, no para ocuparlo.
c. El uso de los avances tecnológicos para la mejora de la calidad del medioambiente y núcleos urbanos.
d. La promoción de la producción y uso de productos alimentarios obtenidos mediante técnicas naturales y compatibles con el medioambiente, sin incluir los productos transgénicos e implantando, si procede, servicios propios de defensa y desarrollo de producciones autóctonas.
e. La potenciación de las producciones autóctonas vinculadas al territorio: se mantienen las tradiciones más ancestrales y se promociona la relación entre los consumidores y productores de calidad.
f. La potenciación de la hospitalidad y convivencia entre los habitantes y turistas.
g. La concienciación tanto de los habitantes como de los operadores turísticos sobre lo que significa el hecho de vivir en una ciudad *slow* y sus repercusiones, dedicando especial atención a la sensibilización de los jóvenes mediante planes de formación específicos.

La población de las ciudades de la red no puede ser superior a 50.000 habitantes.

Aras de los Olmos, pues, reúne buena parte de los requisitos que exige la asociación internacional para formar parte de ella, quedando los que no cumple como objetivos que nos marcan el camino a seguir.

2.3. Proyecto Aras de los Olmos, *ciudad universitaria*

En la muela de Aras de los Olmos se encuentra situado el Observatorio Astronómico de la Universidad de Valencia, lo que convierte a este municipio en parte del campus universitario. Ahora bien, la relación con la Universidad no se limita a este centro sino que, por un lado, distintas facetas de su vida local han sido objeto de investigaciones universitarias y, por otro lado, se han dado en el pasado relaciones de colaboración puntuales. En la actualidad, además,

se dan las condiciones para generar un marco estable en las relaciones municipio-universidad que sirvan de embrión para un futuro salto hacia la consideración de Aras de los Olmos como *ciudad universitaria*.

Las razones de este ambicioso planteamiento se asientan en tres órdenes de razones:

- pese a tratarse de un municipio de escasa entidad poblacional, sin embargo y en primer lugar, tiene un rico patrimonio histórico-cultural que arranca del período cretáceo, se reconoce en los restos de dinosaurios, adquiere su importancia con los yacimientos arqueológicos de la época ibera, los hay también de la época romana, retoma su fuerza con los restos de la época árabe, adquiere su esplendor en la época cristiana, da muestras de las luchas entre la tradición y la modernidad durante las guerras carlistas y la guerra civil que se alarga con las actividades en la zona de los maquis y entronca, finalmente, con el futuro a través del observatorio astronómico, las torres eólicas o la red *wi-fi*;
- en segundo lugar, su ubicación le permite presentar unas condiciones ambientales de inmejorable calidad donde factores como los frondosos bosques, el río Turia, el límpido cielo o el aire puro convierten el disfrute de sus senderos y caminos en un atractivo turístico de primer orden; y,
- en tercer lugar, su equipo de gobierno ha planteado e implementado un enfoque estratégico para el municipio basado en los nuevos planteamientos de la gobernanza y el gobierno en red, en la innovación sociocultural, la apuesta por las energías renovables y en el aprovechamiento de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación.

Patrimonio cultural, medio ambiente y voluntad política se dan la mano en un impulso al desarrollo de carácter innovador que permite sinergias don las dos grandes universidades de la ciudad de Valencia: la Universidad de Valencia – Estudi General y la Universidad Politécnica de Valencia.

¿Qué elementos vertebran las relaciones de colaboración entre el municipio y la Universidad?

UNIVERSIDAD DE VALENCIA

1.- *Plan Estratégico Participado* para Aras de los Olmos (Instituto de Desarrollo Local).

Además de buscar de forma compartida una orientación para las políticas futuras a desarrollar en el municipio se trata también de convertirlo en un laboratorio de referencia para el desarrollo local-rural en sus múltiples dimensiones: socio-cultural, desarrollo económico, atención e imbricación de la tercera edad, sostenibilidad, nuevas energías, sociedad del conocimiento, etc.

2.- Observatorio Astronómico de la Universidad de Valencia (Observatorio Astronómico).

Se trata de colaborar en la mejora constante de las instalaciones, adaptación del entorno y acogida de los investigadores en el municipio. En este sentido, destaca la iniciativa conducente a la apertura de una Residencia de Estudiantes en la antigua hospedería sita en la ermita cercana al Observatorio.

3.- Yacimiento arqueológico ibero en lo alto de la muela (Departamento de Arqueología).

Por los datos que se tienen puede tratarse de uno de los yacimientos más importantes de la cuenca mediterránea del siglo X antes de nuestra era aunque su etapa más fecunda se diera en torno al siglo VI a.C.. Aunque ya existe una primera intervención y se ha recuperado parte del muro que le rodeaba, está pendiente de investigación, explotación y puesta en valor.

4.- La casa del Losillasaurus (Museo de Historia Natural de la Universitat de València).

Los restos fósiles en el municipio son abundantes destacando entre los hallazgos uno de los registros de dinosaurios, del Jurásico Superior y Cretácico Inferior, más interesante de Europa., entre los que se incluye

una de las primeras especies de saurópodo definidas en nuestro país, el *Losillasaurus Giganteus* (27 metros de longitud y 145 millones de años) al que se le dio el nombre por el lugar en el que se halló, la aldea de Losilla de Aras. Ya se han puesto en marcha líneas de colaboración como la restauración de la colección de Arqueología, Etnología, Mineralogía y Paleontología "Francisco Moreno Mesas" por el Museo de Geología de la Universidad de Valencia.

5.- Ecomuseo de Aras de los Olmos (Facultad de Historia)

El municipio presenta un rico patrimonio histórico desde la época ibera pasando por la dominación musulmana (Torre y huertos tapiados), la época cristiana, (Iglesia, emitas y otros elementos), el tránsito a la modernidad (guerras carlistas) y el presente (aerogeneradores, etc.). Junto con el Ecomuseo se han puesto en marcha otras colaboraciones puntuales como el estudio del Archivo Histórico del municipio desde la Facultad de Historia.

6.- Jardín EtnoBotánico de Plantas Medicinales y Útiles (Jardín Botánico de la Universtat).

En un antiguo cementerio recuperado, una vez libre de su anterior uso, se ha establecido este Jardín EtnoBotánico de Plantas Medicinales y Útiles. Mediante un convenio de colaboración la dirección del Jardín Botánico de la Universidad de Valencia se ha integrado en sus labores desarrollando actividades conjuntas.

7.- Centro de Ciberconocimiento para el Desarrollo Rural (ETSE – Escuela Técnica Superior de Ingeniería).

El municipio ya está cubierto por una red *wi-fi* con banda ancha de gran caudal. Se trata de estudiar las posibilidades específicas de estas tecnologías para el mundo rural y crear un Centro de Ciberconocimiento para el apoyo al mundo de los emprendedores, para el gobierno y desarrollo en red de los municipios rurales de las comarcas del interior de la Comunidad Valenciana.

8.- Proyecto integral de desarrollo socio-sanitario (Departamento de Sociología y Trabajo Social).

La mayor parte de la población del municipio son personas mayores con necesidades específicas para su vida y desarrollo personal. Se trata de diseñar un plan de actuación integral de desarrollo socio-sanitario teniendo en cuenta las características específicas del municipio y de su población.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA

9.- Proyecto de Autoabastecimiento energético sostenible (Ingeniería)

Está en marcha el proyecto de convertir a Aras de los Olmos en el primer municipio autoabastecido por energías renovables de nuestro país por razón de la confluencia de cinco elementos: la red de distribución eléctrica es propiedad municipal, el municipio cuenta con una central hidroeléctrica, aerogeneradores, una rica masa forestal –biomasa- e instalaciones fotovoltaicas.

10.- Proyecto de *Desarrollo Agropecuario, Agroindustrial, Hídrico y Forestal* (Economía y Ciencias Sociales).

Se trata de explorar las posibilidades de desarrollar nuevas actividades agropecuarias y agroindustriales en el municipio, así como de estudiar los usos hídricos y de la masa forestal de su territorio. Especialmente interesante en este campo es la recuperación y puesta en valor de los Huertos Tapiados Moriscos en los aledaños del núcleo urbano.

11.- Proyecto de *Imagen y Señalética* (Expresión gráfica en la Ingeniería).

Se trata de definir la marca e imagen del municipio para su aplicación en *marketing*, páginas *web*, rutas turísticas, productos multimedia y de adaptar la señalética a sus características y extenderla más allá de su núcleo urbano en un proceso de simbiosis paisajística que permita la fácil ubicación y orientación de sus habitantes y visitantes sin alterar las características naturales del medioambiente. Fruto de esta colaboración el municipio ha incorporado ya una nueva imagen corporativa.



12.- Proyecto de *Paisaje, Urbanismo y Arquitectura* (Escuela de Arquitectura).

Se trata de definir las características paisajísticas del municipio al objeto de proponer las medidas más adecuadas para su preservación o, en su caso, adaptación; de definir las ordenanzas morfológicas y tipológicas que de ello se deriven; y de plantear los escenarios de futuro para el desarrollo urbanístico del municipio de acuerdo con los criterios establecidos por la Estrategia Territorial de la Comunidad Valenciana.

13.- Proyecto *Cultura en marcha* (Conservatorio Superior y Escuela de Bellas Artes).

Se trata de facilitar el acceso a expresiones culturales de calidad por parte de la población rural mediante la experiencia en forma de prácticas de los alumnos del Conservatorio superior y de la Escuela de Bellas Artes.

EN LAS DOS UNIVERSIDADES

14.- Proyecto *Deporte y Acción* (Servicios de Deportes de las dos Universidades)

Las dos universidades ofertan actividades universitarias para sus miembros que se desarrollan en buena parte en los recintos universitarios de sus respectivos campus en la ciudad de Valencia, pero también ofertan o pueden ofertar actividades que se deben desarrollar en un entorno natural y montañoso como es el caso de Aras de los Olmos: cicloturismo, senderismo, *puenting*, ala delta, parapente y otras muchas actividades. Fruto de esta colaboración se ha puesto en marcha las Jornadas Deporte y Astronomía en Aras de los Olmos.

15.- Otras posibilidades de colaboración (diversos Departamentos o Centros de las dos Universidades).

Las necesidades de desarrollo para un municipio rural de pequeño tamaño pasan por la mejora formativa de su población, campo abonado a la colaboración entre dos instituciones dedicadas a la enseñanza y referentes culturales y Aras de los Olmos (como, por ejemplo, mujer rural,



ocio constructivo para jóvenes, nuevos espacios museísticos, protección civil, etc.).

3. El centro B*ig History* de divulgación científica y medioambiental como hito del proyecto

Con carácter particular y fruto de la colaboración con la Universidad de Valencia se ha desarrollado un **proyecto de divulgación científica para la sensibilización en materia medioambiental** que gira en torno al municipio de Aras de los Olmos: el **ARAS DE LOS OLMOS: *BIG HISTORY* EDUCATIONAL CENTER (OSC)"**. En el proyecto participan una cuarentena de profesores universitarios de distintas especialidades –astronomía, ingeniería, paleontología, arqueología, antropología, botánica, derecho, ciencia política, sociología, trabajo social, pedagogía y comunicación pública– que han articulado una actuación integrada articulada en torno a siete hitos ya existentes, en funcionamiento o en desarrollo en el municipio:

- **Astronomía** :Observatorio Astronómico de la Universidad de Valencia
- **Paleontología**: La Casa del *Losillasaurus*
- **Arqueología**: Yacimiento Ibero "Castillejo de la Muela"
- **Historia:** Colección "Francisco Moreno Mesas"
- **Antropología:** Ecomuseo de Aras de los Olmos
- **Botánica**: Jardín Etnobotánico de Plantas Medicinales y Útiles
- **Energía**: Municipio Autoabastecido de Energías Renovables

El proyecto ha sido apoyado no sólo por la propia Universidad y el Ayuntamiento de Aras, sino también por diversas instituciones y organismos públicos –Diputación de Valencia, IVACE de la Generalitat Valenciana– y por diversas empresas, asociaciones y organizaciones de la sociedad civil valenciana.

El proyecto, por otro lado, está incardinado en una **red internacional de divulgación científica, *Open Science Centers***, especializada en el desarrollo de comunidades locales a través de las oportunidades que ofrecen la ciencia y la tecnología, coordinada por la Universidad de Leiden (Holanda) en colaboración con el colectivo alemán DE NAMEN y la compañía japonesa de



diseño social NOSIGNER, con sedes distribuidas por todo el mundo: Brasil, Mozambique, etc.

En lo fundamental, se trata de desarrollar **un aula de divulgación medioambiental abierta al territorio** cuya sede central es un edificio realizado íntegramente con materiales sostenibles, energéticamente autosuficiente, dotado de laboratorio, planetario y equipado con pantalla de proyección panorámica, para realizar talleres, charlas, jornadas, proyecciones, exposiciones y cursos sobre los fenómenos astronómicos, la paleontología, las energías renovables, y también sobre la importancia de la historia y la botánica para el medio ambiente. El edificio se ubica en el núcleo urbano, si bien el concepto de aula se extiende al conjunto del término municipal de tal forma que algunas actividades han de discurrir por rutas expresamente diseñadas a través del centro histórico del municipio, sus campos y bosques, el yacimiento ibero del Castillejo de la Muela, los Huertos Tapiados Moriscos, el Jardín Botánico o el Observatorio Astronómico.

En el aula, centro de atracción turística para todo el entorno del área metropolitana de Valencia, se han de desarrollar actividades de dos tipos: auto-guiadas y dirigidas.

- ✓ Merced a las primeras, el aula-edificio se podrá visitar de forma autónoma por los visitantes siguiendo una propuesta de ruta. Todos los espacios –de edificio y de las rutas por el término municipal- han de estar documentados con carteles y actividades interactivas mediante maquetas, pantallas, pulsadores, códigos QR y todos aquellos elementos que faciliten conocer los contenidos de la exposición de una forma lúdica y atractiva.
- ✓ Mediante las segundas, habrá talleres cada semana a lo largo de todo el año, guiados por uno o varios de los profesores universitarios participantes en el proyecto y del personal especializado en estas labores del propio centro.

El proyecto contempla, además, una serie de actuaciones adicionales como son:



- **Reuniones, jornadas y eventos de carácter nacional e internacional,** con ciudadanos, científicos, empresarios, políticos y técnicos de las administraciones públicas, destinadas a identificar problemáticas medioambientales, buscar soluciones, extender las buenas prácticas y crear lazos para la cooperación y la participación integrada en materia medioambiental.
- **Producción de material divulgativo -libros, folletos, vídeos y micro vídeos-** de temática medioambiental, incidiendo en particular sobre los efectos de la polución lumínica y del deterioro medioambiental en la salud y en el entorno, sobre las buenas prácticas energéticas y sobre el uso de materiales sostenibles.
- **Programación pedagógica especial y material de innovación educativa** orientada a estudiantes que incluya el diseño de materiales *ad hoc* junto con la formación del profesorado en temas relacionados con la sostenibilidad y la protección del medioambiente.
- **Visitas y rutas** con el objetivo de provocar la reflexión sobre la relación de los distintos grupos humanos que han interactuado con el territorio a través de la historia, conocer cómo gestionaron los recursos naturales, y extraer conclusiones de la comparación entre sus modos de vida y el nuestro actual.
- **Espacio virtual, página web y aplicaciones,** orientadas a perfiles de público diferenciados, que contengan información sobre las actividades y contenidos del proyecto y también foros interactivos para el análisis de la problemática medioambiental y el intercambio de experiencias.
- **Campañas en medios de comunicación,** que contemplan la creación de espacios especializados y colaboraciones periódicas en programas de televisión, radio y prensa escrita enfocados a la divulgación de avances científicos, experiencias e instrumentos de financiación en los temas de interés del proyecto.

La originalidad del proyecto, como se ha señalado, estriba en el aprovechamiento de algunas condiciones particulares ya existentes en el



municipio de Aras de los Olmos –el Observatorio Astronómico de la Universidad de Valencia, los aerogeneradores de la empresa Eyra, los yacimientos paleontológicos, el yacimiento ibero del Castillejo de la Muela, el EcoMuseo, la colección permanente "Francisco Moreno Mesa", los Huertos Moriscos o el Jardín EtnoBotánico de Plantas Medicinales y Útiles– para, desde ese marco, concienciar y sensibilizar sobre el medio ambiente, al tiempo que se contribuye al **desarrollo de este pequeño municipio** de carácter rural y montañoso en el ámbito de influencia de una gran área metropolitana.

Han tenido también que ver otras condiciones como la existencia de un entorno rico en biodiversidad; la proximidad del río Turia y su hábitat; el interés de las instituciones locales –el Ayuntamiento y la Fundación *El Olmo*–; la sensibilidad de la población demostrada en diversas movilizaciones medioambientales; las acciones del Grupo de Medio Ambiente; la recuperación y puesta en valor del patrimonio local a través del *Ecomuseo*; y, no menos importante, el acceso a las nuevas tecnologías mediante la fibra óptica y la red *wi-fi* que permite la apertura de un pueblo rural y montañoso como Aras de los Olmos a otros espacios geográficos y humanos a través de las redes digitales.

Aras de los Olmos, en línea con esas condiciones medioambientales, está tramitando la **Certificación *Star Light***, respaldada por la UNESCO, por sus características idóneas para la observación astronómica. Asimismo, forma parte de la candidatura de varios municipios del Alto Turia para ser declarados por la UNESCO como la primera ***Reserva de la Biosfera*** en la Comunitat Valenciana. La función de estos espacios es además de la conservación y protección de la biodiversidad, también el desarrollo económico y humano de estas zonas, la investigación, la educación y el intercambio de información entre las diferentes *reservas*, que forman una red mundial.

Se prevé, en otro orden de cosas, que el proyecto tenga un **notable impacto económico** no sólo por tratarse de un polo de atracción turística sino porque permitirá dinamizar el tejido productivo de la localidad a través de diversas vías: las inversiones directas, la mejora de las instalaciones energéticas, la mejora en la dotación de servicios, la promoción del «turismo cultural», las nuevas



oportunidades de negocio y, en conjunto, una imagen de marca consecuencia de la presencia del **"*Big History Educational Center* (OSC)"**–y, por ende, del municipio– en los medios y en las redes sociales con el marchamo científico que garantiza la activa presencia y el compromiso de la Universidad de Valencia.

Cabe destacar, en este orden de cosas, el proyecto de convertir a Aras de los Olmos en el **primer municipio autoabastecido por energías renovables de España**. El proyecto realizado con el apoyo de las dos universidades de la ciudad de Valencia, desarrollado en su faceta de ingeniería energética por profesores de la Universidad Politécnica de Valencia y como política pública por profesores de la Universidad de Valencia, ha recibido el apoyo de las instituciones valencianas, especialmente de la Generalitat. Consiste en una mixtura de cuatro fuentes energéticas: eólica, hidráulica, solar y biomasa, algo que no ha conseguido ningún proyecto europeo hasta el momento.

Conseguir y mantener para Aras de los Olmos el **"sello" de *comunidad sostenible***, y gestionarlo adecuadamente, será un incentivo para que todos los areños y areñas –y también los que visitan el municipio– se sientan implicados y comprometidos con las actividades, e incluso con los estilos de vida y acciones personales que refuerzan el cuidado y los beneficios medioambientales.

El **"*Big History Educational Center* (OSC)"**–en ese sentido, se presenta como un hito y una oportunidad para el presente y para el desarrollo futuro de un pueblo, Aras de los Olmos, y de toda la comarca que le rodea –La Serranía-.

4. Los frutos alcanzados: una gran historia que contar.

Es pronto para plantearse una evaluación final del proyecto implementado, ni siquiera éste como tal tiene fecha de finalización pues se presenta como un proyecto abierto y dinámico que se retroalimenta en el tiempo. No obstante, se hacen evaluaciones continuas sobre el proceso que han ido redefiniendo objetivos y estrategias y, en última instancia, las acciones concretas que se acometen. En cualquier caso, sin ánimo de realizar una evaluación rigurosa y



objetiva de lo realizado, sí que podemos destacar algunos aspectos de los resultados obtenidos.

Ante todo, destacar que el proyecto de desarrollado explicado ha permitido alterar las dinámicas socioeconómicas y culturales de Aras de los Olmos. El proyecto en sí ha sido un exitoso pues ha permitido realizar una autoreflexión de la situación en la que se encontraba el municipio y generar una imagen consensuada sobre algunos escenarios futuros deseables para Aras. A partir de ello se han fijado las estrategias a seguir y los compromisos sectoriales e individuales que voluntariamente se han querido por los afectados que han pasado a ser protagonistas de su futuro. En ese sentido, se han emprendido las acciones enumeradas y, como resultado, el proyecto ha recibido diversos reconocimientos entre los que merece la pena destacar el premio recibido como *Caso de Éxito* en el Congreso Internacional *Alcaldes & Innovación* celebrado en Segovia el 9 y 10 de noviembre de 2017.

Por otro lado cabe referirse a tres dimensiones representativas de los logros del proyecto:

1.- Participación de los ciudadanos y ciudadanas

El proyecto en sí está basado en la participación pues, como hemos dicho, responde a los principios de la gobernanza democrática. Los vecinos han participado en el proceso de elaboración de una planificación estratégica participada; han reflexionado sobre su situación, sobre sus debilidades y sus fortalezas; sobre esa base, han definido los escenarios de futuro a los que aspiran, las líneas estratégicas y sus compromisos particulares para hacerlo posible; en ese camino, se ha desarrollado una dinámica colaborativa que se caracteriza por un extenso voluntariado en el quehacer compartido del desarrollo del municipio. Además, se han articulado procesos de participación democrática directa en forma de consulta ciudadana.

Así, por ejemplo, la participación se ha articulado en distintos escenarios:

- **Planificación estratégica participada**: participación en las reuniones generales celebradas en 2011 y 2013; participación en las reuniones de los grupos sectoriales; participación en los grupos de discusión.



- **Voluntariado**: participación en la organización de las jornadas de todo tipo de carácter sectorial que se vienen celebrando, mantenimiento del Jardín Etnobotánico de Plantas Medicinales y Útiles, plantación y mantenimiento de los Jardines de Aras en Flor, visiones y actividades de carácter astronómico, organización del aula de robóticas, etc.
- **Participación democrática directa**: en el proceso de decisión de una nueva imagen corporativa para el Ayuntamiento, después de una convocatoria pública para premiar el mejor diseño, una comisión de expertos eligió, desde un punto de vista técnico, los tres mejores proyectos presentados, quedando a decisión de los vecinos cuál de entre los tres debía ser adoptado.

2.- Gobierno en red

La gobernanza democrática, entre otras cosas, implica un gobierno en red, tanto en sentido horizontal como vertical. En ese sentido, se han tejido innumerables canales de colaboración tanto internos como externos, tanto con otros niveles de gobierno e instituciones como con la sociedad civil y el mundo empresarial.

Las colaboraciones y alianzas son muy variadas y de todo tipo:

- **Desde el punto de vista institucional**, participan y colaboran el Ayuntamiento, la Mancomunidad del Alto Turia, La Diputación de Valencia, la Generalitat Valenciana a través de sus diferentes Consellerías, y es un proyecto abierto a las colaboraciones puntuales del gobierno del Estado y la Unión Europea. Asimismo, se ha firmado un convenio de colaboración con municipios europeos para conformar la *Open Science Hub*.
- **Desde el punto de vista universitario**, participan y colaboran la Universidad de Valencia, la Universidad Politécnica de Valencia, la Red de Universidades de la Serranía Celtibérica (10 universidades) y la Universidad de Leiden (Holanda) en colaboración con el colectivo alemán DE NAMEN y la compañía japonesa de diseño social NOSIGNER.



- **Desde el punto de vista empresarial**, la empresa EYRA de energías renovables, la empresa SARSUMA de distribución eléctrica, MAPER, Astroescénica, Cooperativa San Marcos, el sector hostelero del municipio (restaurantes, hoteles, casas rurales)
- **Desde el punto de vista social**, la Fundación El Olmo, todas las asociaciones de intereses vecinales (Mayores, Mujeres, Ganaderos, Regantes, Hogar de Aras), todas las asociaciones culturales (Araseventos, el Círculo Literario Poético, la Banda, el Coro, la Batucada, la Peña ciclista,…), asociaciones externas (Asociación Nacional de Paisajistas de España, la Asociación Valenciana de Astronomía, AVAPOL, ACICOM, …), un amplio sector de Voluntariado que colabora en distintas actividades y, en general, los vecinos del municipio y un buen número de areños, descendientes o visitantes, ligados de una u otra forma a la vida del municipio.

3.- Resultados/impacto

Los resultados son evidentes desde diferentes perspectivas:

- **satisfacción vital de los areños y areñas** que se sienten protagonistas de su futuro porque, conscientes de las potencialidades de su municipio y también de sus problemas, se activan y comprometen en el desarrollo colectivo de su pueblo;
- **un nuevo dinamismo económico** que ha abierto nuevas perspectivas desde el punto de vista agropecuario (innovación de procesos y de productos), turístico (atracción de nuevos visitantes que generan un turismo de calidad) o en nuevos sectores productivos (nuevas tecnologías, energías renovables) hasta el punto que en el municipio se están instalando parejas jóvenes de alto nivel formativo (ingenieros, arquitectos, filólogos,…) gracias a los nuevos nichos de empleo;
- **inversión económica:** en principio, la inversión económica en el proyecto desarrollado son los presupuestos ordinarios más las ayudas y subvenciones recibidas. En este capítulo hay que destacar dos fenómenos: por un lado, fruto de las colaboraciones mencionadas, el



municipio durante los últimos años ha **triplicado en presupuesto ejecutado el montante inicial** contemplado al inicio del curso presupuestario, recibiendo un buen número de inversiones directas desde otras administraciones y entidades; y, por otro lado, se realizan numerosas **actividades a coste cero o sin apenas coste** con cargo a las arcas municipales o los bolsillos de los vecinos.

- **un impulso de la cultura y la formación** (Centro *Big History*, Universidad de Verano "Ciencia y Desarrollo Rural", Aula Robótica, Muestra Internacional de Cine Educativo, Ciclo de Cine Solidario, multitud de jornadas y talleres astronómicos, botánicos, paleontológicos, arqueológicos,…);
- **el desarrollo de una red de atención social** especialmente enfocada a los mayores (Centro de Día, Ayuda a domicilio, Planes y Actividades de Envejecimiento Activo, …) y abierta a otros sectores de la población (fomento del cooperativismo especialmente entre las mujeres, albergue para los jóvenes, ordenadores portátiles a los niños del municipio,…).
- **Una mayor proyección del municipio** a través de diferentes medios de comunicación (redes sociales, televisión, prensa escrita,…) y una mayor afluencia de turismo cultural y formativo de calidad (visitas de alumnos y alumnas del Master de Cooperación al Desarrollo, Master de Biodiversidad, la Nau Gran, Unisocietat, Erasmus Plus y de otros centros) que multiplican esa proyección.
- Y, en definitiva, la suma de **nuevos hitos en la vida del municipio**: entre otros, la réplica corpórea en tamaño natural del Losillasaurus que en estos momentos se expone en el Museo Principe Felipe de la Ciudad de las Artes y las Ciencias; el Jardín Botánico de Plantas Medicinales y Útiles que ha recibido un premio nacional a iniciativas medioambientales; el proyecto de Microsoberanía Energética que se ha convertido en un referente en nuestro país porque va a convertir a Aras de los Olmos en el primer municipio de la península ibérica autoabastecido por energías renovables.



En definitiva, el proyecto descrito demuestra que en una sociedad en la que la información es abundante, necesitamos *ubicarla en los contextos apropiados para que adquiera sentido.* El Centro *Big History* de la Universidad de Valencia en Aras de los Olmos nos proporciona ese complejo contexto integrado por el Cosmos, la Tierra y la Sociedad en el que los seres humanos nos situamos –astronomía, biodiversidad, arqueología, historia, presente y futuro– para entender y encontrar las mejores respuestas a los *por qués* del mundo, de la vida y del ser humano. Pocos sitios como Aras de los Olmos reúnen en tan poco espacio los grandes hitos de la gran historia del Universo y de la Humanidad.



Bee-bot como entorno para la resolución de problemas en primeras edades escolares

Pascual D. Diago
Pascual.Diago@uv.es
Universitat de València

Modalidad: Píldora
Nivel educativo: Educación Infantil, Educación Primaria

Resum

Bee-bot es una herramienta tecnológica muy presente en las aulas de infantil y primaria hoy en día. Su facilidad de uso, su estrecha relación con el movimiento STEM y las posibilidades que ofrece para trabajar habilidades relacionadas con el llamado pensamiento computacional son algunas de sus características definitorias. En este trabajo se describen algunos de los elementos propios de la resolución de problemas matemáticos que pueden ser puestos en juego por estudiantes de primeras edades escolares mediante tareas diseñadas para Bee-bot. El objetivo de este trabajo es poner de manifiesto cómo, poniendo atención en el diseño, las tareas con Bee-bot pueden convertirse en un escenario privilegiado para fomentar la resolución de problemas de matemáticas en Infantil y primeros cursos de Primaria. Se mostrarán resultados de investigaciones y propuestas de aula con el robot Bee-bot para primeras edades escolares sobre resolución de problemas, uso de lenguajes simbólicos y gestión y monitorización en la resolución de problemas.

Palabras clave: robótica educativa, resolución de problemas, eudcación infantil, educación primaria, entornos tecnológicos.

1. Introducción

En los últimos años la llamada *robótica educativa* parece impregnar el ámbito de la educación. El espectro de esta tendencia alcanza desde cursos de formación para profesores hasta actividades extraescolares para estudiantes de edades muy tempranas. A pesar de la fuerza de este movimiento, muy poco de esta corriente tiene lugar en las aulas infantil y primaria de nuestros colegios, en parte debido a la falta de formación del profesorado y a la escasez



de medios, pues el coste de los instrumentos tecnológicos necesarios no siempre es asumible.

Por otra parte, la aparición de la perspectiva integradora denominada *STEM* (*Science, Technology, Engineering and Mathematics* de sus siglas en inglés) propone un marco común para el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas. Con ello, se pretende conseguir que los estudiantes sean capaces de resolver problemas, pensar de forma lógica planteando soluciones innovadoras y creativas y entender la tecnología para poder implementar las soluciones obtenidas en los instrumentos tecnológicos apropiados [15]. Dentro de este nuevo paradigma, la robótica educativa se convierte en un potente recurso para la integración de contenidos de matemáticas y ciencias con aspectos propios de la tecnología o la ingeniería a través de la programación y del uso de la tecnología en las aulas [13].

En el caso de los niveles escolares iniciales, Educación Infantil y primeros cursos de Educación Primaria, no son especialmente comunes las propuestas que permitan conectar los aprendizajes en contextos matemáticos y científicos con las propias herramientas tecnológicas y, en particular, con la ingeniería [26]. Aun así, en la última década las iniciativas para incrementar la presencia de entornos tecnológicos y la ingeniería en las aulas de Educación Infantil han ido en aumento [2, 3, 10, 12, 19]. En parte, este incremento se ha visto beneficiado por la buena acogida del desarrollo de habilidades y competencias relacionadas con el denominado *pensamiento computacional* [27], que ha sido explorado como una de las posibilidades para acercar la tecnología y la ingeniería a los estudiantes de Educación Infantil y Primaria mediante el uso de la programación y la robótica.

Por último, conviene destacar que este enfoque pedagógico basado en las características de la programación y en el uso de herramientas tecnológicas no es nuevo. Ya en la década de los 70, y de forma mucho más sustancial en la de los 80, se llevaron a cabo en las aulas propuestas e investigaciones sobre el uso de la programación y su relación con la resolución de problemas, el razonamiento algebraico y los procesos de abstracción propios de la educación



matemática [9]. Pese a que dicha corriente no sobrevivió a la década de los 90 debido a las limitaciones y la disponibilidad de la tecnología de la época [11], su legado sí que ha llegado hasta nuestros días.

1.1. El robot Bee-bot en educación

Dentro del actual panorama basado en la robótica educativa identificamos un robot especialmente orientado a primeras edades escolares: Bee-bot (Figura 1). Como la mayoría de robots de suelo similares, el propósito de esta herramienta tecnológica es promover la secuenciación de órdenes a modo de algoritmos y la creación, diseño y desarrollo de soluciones heurísticas en un contexto lúdico. Según [25] el robot Bee-bot (y similares) puede clasificarse, en cuanto a sencillez y uso, como *Tangible User Interfaces* pues permite ser programado directamente desde el mismo dispositivo.



Figura 1. El robot Bee-bot (izquierda). Panel de programación (centro). Tablero para actividades con Bee-bot (derecha). Fuente: elaboración propia

Como se observa en la Figura 1, la programación del robot se realiza mediante los botones situados en su parte superior. Estos botones hacen referencia al movimiento del robot en su propio sistema de referencia. Los botones de giro (a derecha o izquierda) corresponden a giros de 90º sobre sí mismo (en sentido horario o anti-horario), sin que el robot se traslade. Dado que el movimiento del Bee-bot está estipulado en 15cm, las actividades típicamente se realizan sobre tableros, escenarios o tapetes cuadriculados de 15 x 15 cm.

Actualmente se están llevando a cabo numerosas propuestas basadas en el robot Bee-bot, pues se estima que su uso en educación promueve tanto

contenidos relacionados con el área STEM [1, 5, 10] como contenidos relacionados con la educación en valores, la inclusión o igualdad [23].

1.2. Propósito

Este trabajo pretende dar cuenta de cómo las tareas basadas en el robot educativo Bee-bot pueden ser consideradas como un escenario privilegiado para fomentar la resolución de problemas de matemáticas en primeros niveles escolares, partiendo siempre del conocimiento didáctico específico del área.

2. Fundamentación

Trabajos clásicos del área de Educación Matemática [4, 14, 22] ponen de manifiesto la naturaleza subjetiva de un problema. Así, una tarea puede ser considerada como problema cuando el resolutor tiene el suficiente conocimiento base como para poder entenderla pero es incapaz de afrontarla con métodos directos. La resolución de problemas de matemáticas, además, obliga al resolutor a hacer uso de conocimiento matemático en el planteamiento de la solución. Así, con esta definición los problemas de matemáticas pueden clasificarse como enigmas (los cuales dejan al resolutor perplejo ante la tarea), ejercicios rutinarios (el resolutor conoce sobradamente los mecanismos para resolver la tarea) y verdaderos problemas (el resolutor entiende la tarea pero no tiene un mecanismo directo para dar con la solución de la misma).

En cuanto a la resolución de problemas, en el *Principles and Standards for School Mathematics* [16], se insiste de manera explícita en la necesidad de que los estudiantes monitoricen y reflexionen sobre el proceso de resolución de un problema. Ambas habilidades, que podríamos incluir dentro de la meta cognición, son parte de las cinco categorías para la investigación en la enseñanza y aprendizaje de la resolución de problemas descritas por Schoenfeld [24]: el conocimiento base; las estrategias de resolución de problemas; monitorización y control; creencias y afectos; y prácticas.

En particular para Educación Infantil y primeros cursos de Educación Primaria, el desarrollo de habilidades propias de la resolución de problemas nos enfrenta a un conocido dilema didáctico. Así, dado el escaso contenido matemático que se desarrolla en estos niveles iniciales, para el docente puede resultar complejo



presentar tareas matemáticas que resulten verdaderos problemas para sus estudiantes, como consecuencia del carácter subjetivo de la idea de problema. Especialmente en Educación Infantil, el cuidado de los docentes por no desanimar a los estudiantes les conduce raramente plantear problemas y a abusar del recurso de ejercicios.

El uso de la robótica como recurso en el aula puede ayudar a solventar parte de esta problemática. En particular, el uso de entornos tecnológicos basados en programación en bloques (ya sean de tipo robótico o *software*, en los que los estudiantes enlazan instrucciones como piezas de un puzzle para crear programas más complejos o programar acciones en un robot) ofrecen situaciones privilegiadas para la aparición de habilidades relacionadas con la búsqueda de estrategias de resolución, la monitorización o el control en la resolución de problemas de matemáticas. Estas habilidades estarían pues relacionadas con la llamada *heurística*, como disciplina que hace referencia a la capacidad de generar soluciones en la resolución de un problema. En palabras de Pólya [20], “la heurística moderna trata de comprender el método que conduce a la solución de problemas, en particular las operaciones mentales típicamente útiles en este proceso” (p. 102).

3. Elementos de resolución de problemas con Bee-bot

El entorno tecnológico Bee-bot nos ofrece algunas restricciones que podemos aprovechar para fomentar la resolución de problemas de matemáticas en primeras edades escolares. Por un lado, se encuentra el propio lenguaje de los bloques como un sistema de signos; y por otro, la posibilidad de *feedback* con la comprobación de la solución por medio del movimiento del robot.

De este modo, es recomendable que, si se pretende que el estudiante haga un uso real de los bloques de programación, en el sentido de las ciencias de la computación, se haga uso de un *sistema de tarjetas* (Figura 2) y un espacio físico, denominado *caja de secuenciación* (Figura 3). Haciendo uso de estos materiales (que pueden construirlos los propios docentes) los alumnos pueden, inicialmente, secuenciar las instrucciones de forma ordenada que, posteriormente, ejecutará el robot Bee-bot para desplazarse por el tablero.





Figura 2. Sistema de tarjetas para programar el robot Bee-bot de elaboración propia



Figura 3. Sistema de tarjetas y caja de secuenciación utilizados en algunos trabajos con Bee-bot [5, 6, 7 y 8]

El potencial de las propuestas que hacen uso de esta configuración basada en las tarjetas y la caja de secuenciación viene caracterizado por las oportunidades que ofrecen al estudainte para reflexionar sobre algunos de los pasos de resolución de problemas tal y como los propone Pólya [20], mediante el apoyo del entorno tecnológico en determinados momentos. Así, el estudiante debe realizar un plan previo a la programación (haciendo uso de las tarjetas y la caja de secuenciación), con la exigencia adicional de usar una representación formal para el mismo (un lenguaje visual de programación por bloques); pero el entorno le ofrece la posibilidad de realizar una valoración del plan ideado a partir de la respuesta proporcionada (movimiento de Bee-bot

sobre el trablero) permitiendo que el estudiante pueda modificar el plan ideado. En lo que sigue centraremos la atención en algunos de los elementos característicos de resolución de problemas propios del área de la Educación Matemática y en tareas especialmente diseñadas para propiciar la aparición de dichos elementos [5, 6].

3.1. Codificación del movimiento de Bee-bot mediante el propio lenguaje

En el trabajo [17] se explorar la capacidad de estudiantes de primeras edades escolares para esbozar y elaborar programas mediante su propio lenguaje (gestual, verbal o de signos). Las tareas que se proponen en dicho trabajo consisten en llevar al robot desde un punto inicial a otro final. Entre las conclusiones se destaca que ya los estudiantes de 5 años son capaces de pasar de una representación puramente espacial de la solución al problema (dibujo o esquema) a un programa elaborado mediante lenguaje verbal, gestual o de signos (Figura 4).

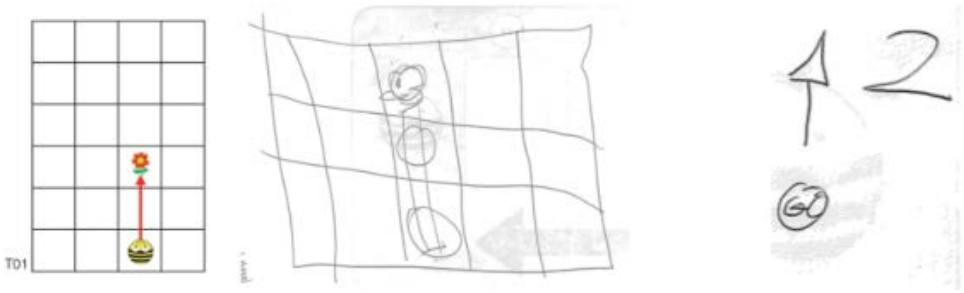


Figura 4. Soluciones de estudiantes de 5 años al problema mostrado (izquierda). Imagen obtenida de [17]

Se observa, además, que estudiantes de 5 y 6 años son capaces de implementar características propias de los lenguajes de programación en sus producciones (como bucles o indicaciones de fin de programa, Figura 5).



Figura 5. Soluciones de estudiantes de 5 y 6 años al problema mostrado (izquierda). Imagen obtenida de [17]



3.2. La conveniencia del sistema de tarjetas

Con respecto a las ventajas e inconvenientes de usar un lenguaje de programación basado en tarjetas (las descritas en la Figura 2), los trabajos [7 y 17] concluyen que para alumnos de 5 y 6 años el uso del sistema de tarjetas y de la caja de secuenciación es crucial en el proceso de resolución del problema. El estudio más detallado [18] mostró que la tasa de aciertos en los problemas abordados pasó de un 45% a un 89% al hacer uso de las tarjetas y de la caja de secuenciación, traduciéndose en una ayuda real a la resolución de este tipo de tareas. Así, este sistema de representación les permite pensar de forma más estructurada, evaluar y modificar los planes pensados. En cambio, para estudiantes de 10 años el uso de las tarjetas y la caja de secuenciación resultó ser superfluo pues, al parecer, son capaces de percibir de forma natural los botones de movimiento del robot Bee-bot.

3.3. Estrategias heurísticas

El tipo de tareas que pueden plantearse mediante el robot Bee-bot fomentan la aparición de elementos heurísticos de resolución de problemas, como por ejemplo dividir el problema en partes. En el estudio exploratorio [7] se identifica la herramienta "dividir el problema en caminos más cortos" como un desencadenante para que el estudiante pueda dar solución a la tarea de llevar el robot de un punto inicial a uno final (ver Figura 6, izquierda). A pesar de ello, como se indica en [21], el simple hecho de resolver una parte del camino no resuelve el problema inicial; y en el caso de problemas del tipo "recorrer un trayecto con Bee-bot" el problema se soluciona operativamente ejecutando las soluciones de los sub-problemas (Figura 6) en los que se haya dividido el trayecto de forma concatenada, siguiendo simplemente su orden de aparición.



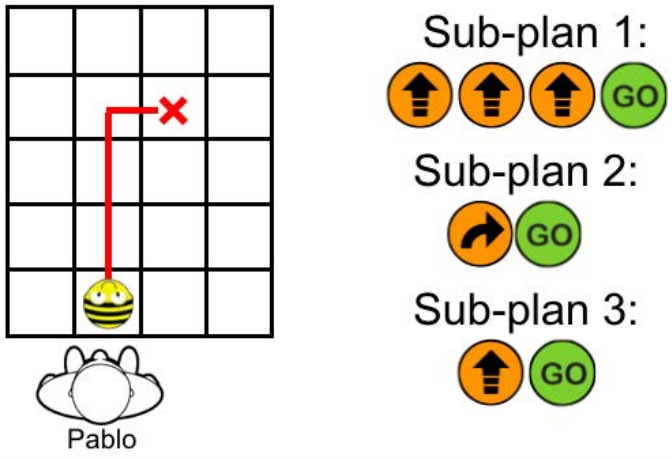


Figura 6. Problema (izquierda) y plan de resolución ideado por un estudiante y descrito en [7]

Una lectura más detallada de [7] podrá facilitar otros ejemplos de esquemas heurísticos puestos en juego por estudiantes de 4, 5 y 6 años durante el proceso de resolución de este tipo de tareas. Así, se evalúa el efecto de acciones como “dejar al robot Bee-bot en la última casilla alcanzada tras la ejecución de un plan” o “el cambio de posición del estudiante con respecto del tablero” a la hora de medir el éxito en la resolución de tareas. También se pone de manifiesto cómo estrategias del estilo de “hacer solidarios los sistemas de referencia de estudiante-robot” o el “dividir el problema en caminos más cortos” parecen resultar de ayuda para que los estudiantes comiencen a pensar la solución del problema en los términos de las limitaciones del propio entorno tecnológico.

3.4. Gestión y monitorización

En el estudio [8] se propone un conjunto de problemas para que los estudiantes evalúen la complejidad de la solución del problema previamente a ejecutar un plan con el robot Bee-bot haciendo uso de la caja de secuenciación y de las tarjetas. Así, con el objetivo de analizar cómo estudiantes de Educación Infantil y de primer curso de Educación Primaria gestionan el proceso de resolución de un problema, se presentan cuatro problemas del tipo “lleva al robot Bee-bot desde una posición inicial a otra final” en los que, explícitamente, aparecen dos vías de resolución para cada problema (Figura 7).



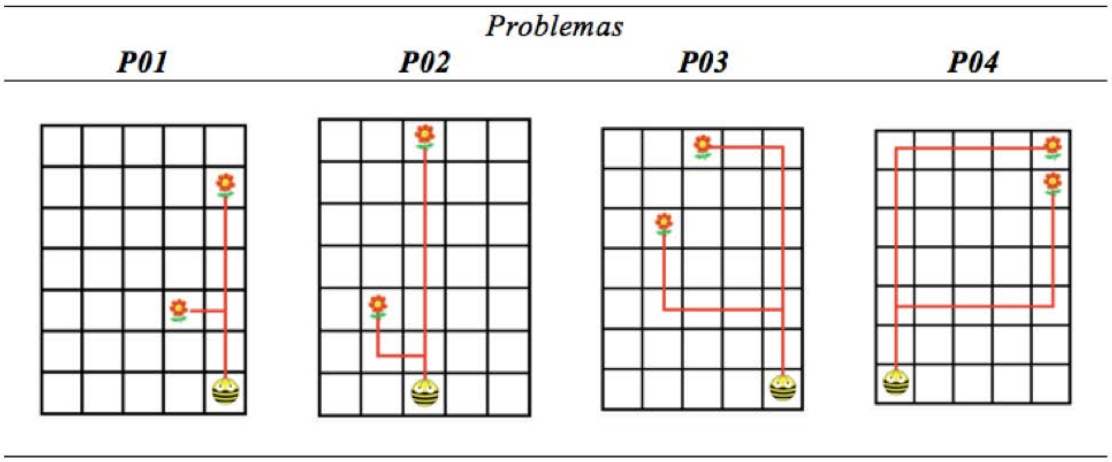


Figura 7. Problemas administrados en el estudio [8] sobre evaluación de la complejidad

De esta investigación se deriva que los estudiantes de 5 años realizan, en proporción, más intentos por las vías etiquetadas como más complejas (*trayecto 1*, mostrados en verde en la Figura 8). No obstante, el cálculo de la tasa de aciertos media correspondiente a los intentos realizados abordando el *trayecto 1* continúa siendo menor que la media de dicha tasa cuando el problema se aborda por el menos complejo (*trayecto 0*, como indican las tasas calculadas en la Figura 8). En estudiantes de 6 años a pesar de que ocurre algo similar, el número de intentos realizados por el trayecto complejo es considerablemente menor (Figura 8, derecha).

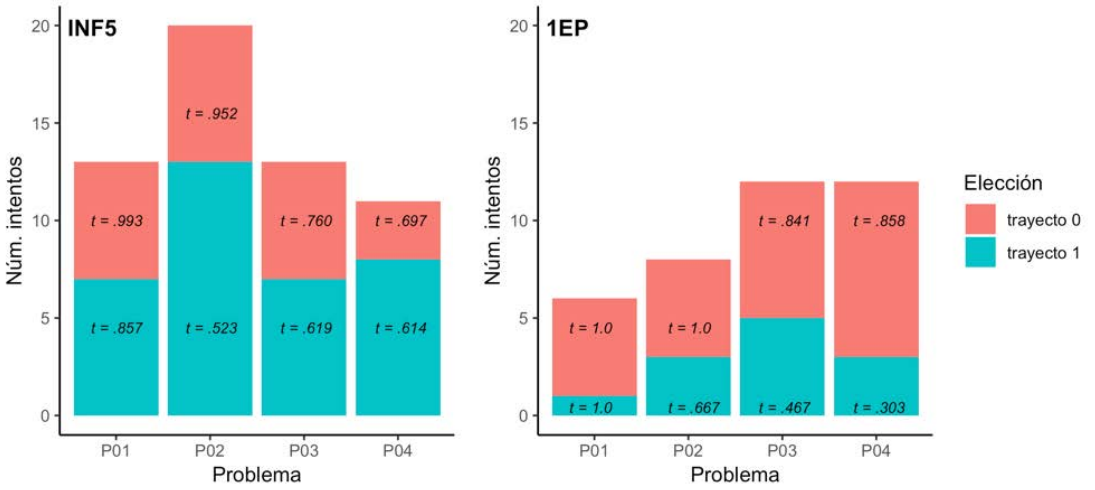


Figura 8. Número de intentos y trayecto seleccionado para la población de 5 años (izquierda) y la de 6 años (derecha) facilitados en [8]



En este trabajo se proporcionan, además, datos cualitativos que apuntan a que, en general, los estudiantes de 5 años basan su percepción de la dificultad del problema y la toma de decisiones esencialmente en factores relacionados con la distancia a la que se encuentra el objetivo, sin tener en cuenta otros factores que sí que evalúan los estudiantes de 6 años como la sencillez del plan ("porque ahí [*trayecto 0*] solo tenía que ir para adelante y era más fácil", estudiante de 6 años resolviendo el problema P01), los conocimientos previos ("porque esta [*trayecto 1*] no me la sé", estudiante de 6 años resolviendo el problema P01) o el análisis de la situación problemática ("pienso que es más fácil este [trayecto 0] porque era recto y luego hacía así [indica un giro con la mano] que es más fácil que hacer así [indica una "S" con la mano]", estudiante de 6 años resolviendo el problema P03).

Así en este tipo de tareas con el robot Bee-bot, los estudiantes de 6 años parecen contar con un mayor abanico de factores a tener en cuenta en el proceso de resolución de problemas en relación a los estudiantes de 5 años, además de contar con un mayor conocimiento base. Esto les permite tener un mayor control sobre la gestión y evaluación de los planes a ejecutar con el robot Bee-bot, así como una rápida monitorización de los intentos, obteniendo mejores tasas de éxito asociadas a la vía de resolución seleccionada por cada estudiante.

4. Consideraciones finales

A pesar de que todavía son pocas las investigaciones sobre la adquisición de conceptos y contenidos matemáticos basadas en la robótica educativa, con los resultados aquí descritos podemos considerar que las tareas con Bee-bot puede ser un escenario privilegiado para la aparición y el desarrollo de elementos de gestión propios de procesos de resolución de problemas de matemáticas. Además, teniendo en cuenta el conocimiento didáctico específico propio de la resolución de problemas en el diseño de estas tareas, podemos afirmar que este tipo de propuestas fomentan el pensamiento creativo y divergente a través de la heurística y la búsqueda de soluciones, facilitando



que los estudiantes de primeras edades escolares se enfrenten a verdaderos problemas matemáticos.

Agradecimientos

Este trabajo ha contado con el soporte del proyecto de innovación educativa UV-SFPIE_GER18-848319 (Universitat de València), del proyecto de investigación EDU2017-84377-R (MINECO/FEDER) y del programa propio de ayudas a investigación de la Universitat de València (2019).

Referencias

[1] Alsina, Á., y Acosta, Y. (2018). Iniciación al álgebra en Educación Infantil a través del pensamiento computacional: una experiencia sobre patrones con robots educativos programables. *UNIÓN, Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, *52*, 218–235.

[2] Barron, B., Cayton-Hodges, G., Bofferding, L., Copple, C., Darling-Hammond, L., y Levine, M. (2011). *Take a giant step: A blueprint for teaching children in a digital age*. New York: The Joan Ganz Cooney Center at Sesame Workshop. https://doi.org/10.1080/08878737209554522

[3] Benton, L., Hoyles, C., Kalas, I., y Noss, R. (2017). Bridging Primary Programming and Mathematics: Some Findings of Design Research in England. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 23–29. https://doi.org/10.1007/s40751-017-0028-x

[4] Brownell, W. A. (1942). Problem Solving. En N. B. Henry (Ed.), *The Psychology of Learning*. Chicago: University of Chicago Press.

[5] Diago, P. D., y Arnau, D. (2017). Pensamiento computacional y resolución de problemas en Educación Infantil: Una secuencia de enseñanza con el robot Bee-bot. In FESPM (Ed.), *Libro de actas VIII Congreso Iberoamericano de Educación Matemática (CIBEM)* (pp. 255–263). Madrid, España.

[6] Diago, P. D., Arnau, D., y González-Calero, J. A. (2018). Desarrollo del pensamiento computacional en Educación Infantil mediante la resolución de problemas en entornos tecnológicos. En R. Cózar y J. A. González-Calero (Eds.), *Tendencias y tecnologías emergentes en investigación e innovación educativa* (pp. 197–214). Barcelona: Editorial GRAÓ.

[7] Diago, P. D., Arnau, D., y González-Calero, J. A. (2018). Elementos de resolución de problemas en primeras edades escolares con Bee-bot. *Edma 0-6: Educación Matemática En La Infancia*, *7*(1), 12–41.

[8] Diago, P. D., Arnau, D., y González-Calero, J. A. (2018). La resolución de problemas matemáticos en primeras edades escolares con Bee-bot. *Matemáticas, Educación y Sociedad*, *1*(2), 35–50.

[9] Drijvers, P., Kieran, C., Mariotti, M.-A., Ainley, J., Andresen, M., Cheung, Y., Dana-Picard, T., Gueudet, G., Kidron, I., Leung, A. y Meagher, M. (2010). Integrating Technology into Mathematics Education: Theoretical Perspectives. En C. Hoyles y J.-B. Lagrange (Eds.), *Mathematics Education*



and Technology-Rethinking the Terrain (pp. 89–132). New York: Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0146-0_7

[10] Fessakis, G., Gouli, E., y Mavroudi, E. (2013). Problem solving by 5-6 years old kindergarten children in a computer programming environment: A case study. *Computers and Education*, *63*, 87–97. http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2012.11.016

[11] Kaput, J. J. (1992). Technology and Mathematics Education. En D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 511–556). Reston, VA: NCTM.

[12] Kazakoff, E. R., Sullivan, A., y Bers, M. U. (2013). The Effect of a Classroom-Based Intensive Robotics and Programming Workshop on Sequencing Ability in Early Childhood. *Early Childhood Education Journal*, *41*(4), 245–255. https://doi.org/10.1007/s10643-012-0554-5

[13] Khine, M. S. (Ed.). (2017). *Robotics in STEM Education: Redesigning the Learning Experience*. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57786-9

[14] Kilpatrick, J. (1985). A retrospective account of the past 25 years of research on teaching mathematical problem solving. En A. SIlver (Ed.), *Teaching and learning mathematical problem solving: Multiple research perspectives* (pp. 1–15). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

[15] Morrison, J. S. (2006). Attributes of STEM education: The students, the academy, the classroom. En *TIES STEM Education Monograph Series*. Baltimore: Teaching Institute for Excellence in STEM.

[16] National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

[17] Pérez, G., y Diago, P. D. (2018). Estudio exploratorio sobre lenguajes simbólicos de programación en tareas de resolución de problemas con Bee-bot. *Magister: Revista de Formación Del Profesorado e Investigación Educativa*, *30*(1 y 2), 9–20.

[18] Pérez, G., y Diago, P. D. (2018). Uso de lenguajes de programación simbólicos en resolución de problemas con Bee-bot. En L. J. Rodríguez-Muñiz, L. Muñiz-Rodríguez, A. Aguilar-González, P. Alonso, F. J. G. García, & A. Bruno (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXII* (p. 652). Gijón: SEIEM.

[19] Plowman, L., y Stephen, C. (2005). Children, play, and computers in pre-school education. *British Journal of Educational Technology*, *36*(2), 145–157. https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2005.00449.x

[20] Pólya, G. (1945). *How to Solve It*. Princeton, NJ: Princeton University Press [Traducción castellana de Julián Zugazagoitia, Cómo planear y resolver problemas. (Trillas: México, 1965).].

[21] Puig, L. (1996). *Elementos de resolución de problemas*. Granada: Comares.

[22] Puig, L., y Cerdán, F. (1988). *Problemas aritméticos escolares*. Madrid: Síntesis.



[23] Sabena, C. (2017). Task design in a paper and pencil and technological environment to promote inclusive learning: An example with polygonal numbers. En G. Aldon, F. Hitt, L. Bazzini, y U. Gellert (Eds.), *Early Child Spatial Development: A Teaching Experiment with Programmable Robots* (pp. 13–30). Cham, Switzerland: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-51380-5

[24] Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. En D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 334–370). Reston, VA: National Council ofTeachers of Mathematics.

[25] Strawhacker, A., y Bers, M. U. (2015). "I want my robot to look for food": Comparing Kindergartner's programming comprehension using tangible, graphic, and hybrid user interfaces. *International Journal of Technology and Design Education*, *25*(3), 293–319. https://doi.org/10.1007/s10798-014-9287-7

[26] Sullivan, A., y Bers, M. U. (2016). Robotics in the early childhood classroom: learning outcomes from an 8-week robotics curriculum in pre-kindergarten through second grade. *International Journal of Technology and Design Education*, *26*(1), 3–20. https://doi.org/10.1007/s10798-015-9304-5

[27] Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, *49*(3), 33–35. https://doi.org/10.1145/1118178.1118215



Comunidad de centros sostenibles: hacia un modelo participativo y democrático

Mónica Ortiz Bonanad - Vicente Iranzo García

ortiz_mon@gva.es - iranzo_vic@gva.es

CEFIRE CTEM, España

Modalitat: Píldora

Nivell educatiu: Interniveles

Resumen

La Comunidad de Centros Sostenibles de la Comunidad Valenciana constituye una apuesta hacia la defensa de la sostenibilidad en clave ecosocial desde la red CEFIRE, coordinada por el ámbito CTEM. El contacto con ESenRED, y en especial con Agenda 21 Escolar de Albacete, supuso el germen del modelo y la organización del proyecto de nuestra red que tomaría forma a través del seminario de centros sostenibles y de la organización de nuestra primera CONFINT. La colaboración con diferentes entidades, asociaciones, ayuntamientos, administraciones e instituciones oficiales y el contacto con centros escolares donde ya se estaban llevando a cabo actuaciones sostenibles permitió conocer la realidad a la que nos enfrentamos para perfilar las características de nuestra red. También ha supuesto un intento de aunar esfuerzos y aglutinar diferentes iniciativas y redes dispersas de nuestra comunidad en una sola: la Comunidad de Centros Sostenibles de la Comunidad Valenciana.

Trabajar desde un modelo democrático y participativo, donde el alumnado sea el protagonista del proceso basado en la ecoauditoría escolar es el objetivo del proyecto. Proyecto que en estos momentos se ha consolidado con la participación en los eventos de ESenRED dirigidos al alumnado, al profesorado y a los asesores: ahora somos EsenRED.

Palabras clave: sostenibilidad, CSCV, formación del profesorado, educación ambiental.

1. Introducción

Desde la celebración en 1972 de la Conferencia de las Naciones Unidas en torno al Medio Ambiente Humano, la preocupación por este tema ha impregnado la educación, y los diferentes gobiernos de nuestra nación han



considerado esta cuestión desde el ámbito educativo. A nivel curricular, asignaturas optativas dedicadas a la Educación Ambiental eran responsabilidad del profesorado de la especialidad de biología y geología de secundaria, y en primaria se limitaba a unas pocas reflexiones respecto al tema. Con la Ley Orgánica 1/1990, de 3 de octubre, de Ordenación General del Sistema Educativo, la educación ambiental pasa a ser un tema transversal del currículum. Con la llegada de la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, la educación ambiental es atendida desde la competencia básica en el conocimiento y la interacción con el mundo físico. Finalmente, con la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa, el tema en cuestión se diluye entre varias competencias clave.

También el término relativo a la sostenibilidad ha evolucionado, y pasó de denominarse Educación Ambiental, refiriéndose al mantenimiento de la Tierra en condiciones habitables para el ser humano, a Educación Ecosocial, término más amplio que incluye los Objetivos de Desarrollo Sostenible adoptados por los líderes mundiales en la Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible en el año 2015, y que comienzan a gestarse en la Cumbre de Johannesburgo de 2002, e implican el logro de una sociedad justa y sostenible.

Durante los últimos 20 años, varias iniciativas relacionadas con la educación ambiental han tenido lugar en nuestra comunidad. Proyectos como “Recicla la Escuela”, “Mójate con la Costa” o “El aula de la Mar” y figuras como Vicent Vicent y Josep Lluís Ruiz, además del profesorado que participó en estas iniciativas, generaron un movimiento ecosocial que perdura hasta nuestros días.

En la actualidad, la Comunidad de Centros Sostenibles de la Comunidad Valenciana (en el año 2019 abrevia su nombre denominándose Centros Sostenibles de la Comunidad Valenciana, cuyas siglas son CSCV) recoge estas inquietudes y surge como el fruto de esta sensibilidad hacia la educación ecosocial. La CSCV se gesta en el marco del Servicio de Formación del



Profesorado en esta comunidad. En concreto, es una apuesta por la sostenibilidad desde el CEFIRE CTEM, en un principio, y de la red CEFIRE en la actualidad.

Los centros de formación, innovación y recursos educativos (CEFIRE) de la Comunidad Valenciana son los órganos de la administración educativa para la formación permanente del profesorado.

«Los CEFIRE tienen como finalidad favorecer la formación del docente como profesional exigida por el actual sistema educativo en sus aspectos fundamentales referentes a la formación personalizada, la participación y colaboración de los padres y tutores, la atención a la diversidad, el desarrollo de capacidades, el fomento de hábitos educativos e instructivos, la actividad investigadora, la orientación educativa, la evaluación de los procesos de enseñanza-aprendizaje, la relación con el entorno, la formación en el respeto y defensa del medio ambiente y la educación en valores. Actúan de manera coordinada y siguiendo las indicaciones que se establecen tanto desde el Servicio de Planificación y Gestión de la Formación Permanente del Profesorado, como desde la Subdirección General de Formación del Profesorado» (Conselleria de Educación, Cultura y Deporte, 2019).

La red CEFIRE incorpora once CEFIRE territoriales, que atienden a los centros ubicados a nivel local y no están especializados en un ámbito, y siete CEFIRE específicos que operan a nivel de toda la Comunidad Valenciana, y que se ocupan de un ámbito concreto. Entre ellos se encuentra el CEFIRE específico de Ámbito Científico, Tecnológico y Matemático (CEFIRE CTEM).

Este CEFIRE oferta formación diversa al profesorado de Educación Infantil, Educación Primaria, Educación Secundaria, Bachillerato y Formación Profesional bajo diferentes formatos (cursos, talleres, jornadas, seminarios...) así como coordina proyectos europeos.

A finales del año 2017, se crea el CEFIRE CTEM, y se establece como una de las líneas estratégicas de actuación la educación ambiental y el desarrollo



sostenible en la Resolución de 5 de octubre de 2017, de la Secretaría Autonómica de Educación e Investigación, por la que se establece el Plan anual de formación permanente del profesorado para el curso 2017-2018. En el curso posterior, la sostenibilidad se convierte en una línea estratégica en la formación de este como impulsora del currículo: “Incluir en el currículo de los ejes transversales la educación ambiental, el desarrollo sostenible, salud escolar, memoria histórica, fomento de la participación social y el desarrollo de una ciudadanía crítica”. La sostenibilidad debe ser, por tanto, una herramienta para dar respuesta a las necesidades que los centros educativos detectan a partir de su autonomía, con el objeto de mejorar la práctica educativa tanto con las propias propuestas como con las propuestas realizadas desde formación del profesorado. Esto requiere de la coordinación del trabajo entre los equipos de las asesorías de los diferentes ámbitos.

2. Variedad de acciones, el mismo fin

Es durante los cursos 2016 y 2017, cuando la Conselleria de Educación, Investigación, Cultura y Deporte tiene constancia de la existencia de ESenRED (Escuelas hacia la Sostenibilidad en Red), y miembros de la Dirección General de Innovación Educativa y del antiguo Servicio de Formación del Profesorado, actualmente Subdirección General, participan en uno de sus acontecimientos, el II y el III Simposio de Docentes.

En octubre del mismo año, asesores del CEFIRE CTEM, junto con la directora del Centro de Educación Ambiental de la Comunidad Valenciana (CEACV) asisten como representantes de nuestra comunidad a la reunión de técnicos de ESenRED celebrada en Valsaín, Segovia. Esta cita supone un punto de inflexión, ya que es la oportunidad para conocer el funcionamiento que otras redes tienen a nivel local y cómo estas se integran en la red nacional.

«ESenRED es la red estatal de redes de centros educativos sostenibles no universitarios promovidas por iniciativa de administraciones públicas



(Comunidades Autónomas, Ayuntamientos, Diputaciones…)» (Ministerio para la transición ecológica, 2019).

Se configura como una comunidad de prácticas en las que todos sus miembros, que pertenecen a más de una docena de comunidades autónomas, tienen la posibilidad de actuar y responsabilizarse en clave de igualdad generando un trabajo cooperativo en red y, por tanto, con intereses y objetivos comunes. Facilitar el encuentro, intercambio, colaboración y difusión entre las distintas redes de acciones, recursos, materiales e ideas y promover la reflexión, evaluación e innovación sobre la propia práctica son uno de sus objetivos. Además, el desarrollo de proyectos comunes o compartidos por las redes que busquen la mejora permanente del aprendizaje competencial del alumnado y de la competencia profesional del profesorado es otro de los objetivos. Por lo tanto, concibe al alumnado como protagonista y al profesorado como el motor de los procesos de educación ambiental que se impulsan. El establecimiento de contactos, relaciones y proyectos comunes con otras redes internacionales de escuelas hacia la sostenibilidad completan sus fines.

ESenRED ofrece una alternativa para integrar esfuerzos, recursos y planes conjuntos, constituyendo un espacio de aprendizaje colaborativo y dando lugar a un liderazgo distribuido y compartido. Además, favorece cambios significativos provocados por la educación ambiental en los centros educativos mediante una mezcla equilibrada de estímulo, apoyo y exigencia, así como una estrategia planificada para facilitarlos. Para ello, también cuenta con la colaboración del Centro Nacional de Innovación e Investigación Educativa (CNIIE) y del Centro Nacional de Educación Ambiental (CENEAM).

Por un lado, este primer contacto con ESenRED nos plantea la posibilidad de creación de un grupo de centros que trabajen en red la sostenibilidad y que puedan representarnos en el ámbito nacional.

Por otro lado, la reunión de técnicos en Valsaín supuso la oportunidad de entrar en contacto con Agenda 21, la red de Albacete, quienes nos ofrecieron ayuda y

guía en el proceso de constitución de nuestra red, la CSCV. Asistimos a la reunión de coordinadores de sostenibilidad en noviembre de 2017, y en el 2018 a la CONFINT provincial en Albacete de intercambio de experiencias en sostenibilidad y a la reunión de evaluación del comité de sostenibilidad del CEIP San Agustín en junio. Estas reuniones permitieron recopilar información sobre la organización de Agenda 21 Escolar así como de los temas tratados y dinámicas llevadas a cabo por los técnicos de la Diputación de Albacete y de las Direcciones Provinciales de Agricultura, Medio Ambiente y Desarrollo Rural y de Educación, Cultura y Deportes de la Junta de Comunidades de Castilla la Mancha (Agenda 21 Escolar, 2019).

En definitiva, estas reuniones supusieron el germen del modelo y organización de los centros sostenibles de nuestra comunidad que tomarían forma a través del curso «Pilotaje de escuelas: hacia un centro sostenible», del Seminario de centros sostenibles, y de la organización de nuestra primera CONFINT que fue realidad el año siguiente, aunque se gestó durante el 2018.

3. La semilla de la sostenibilidad: conociendo nuestra realidad, colaborando con instituciones

Con el fin de crear nuestra propia red, decidimos partir de nuestra realidad. La búsqueda desde el CEFIRE CTEM se centró en detectar aquellos centros educativos que ya estaban trabajando la sostenibilidad en la Comunidad Valenciana, a través de la revisión de los Proyectos Europeos Erasmus+, y de los Proyectos de Innovación que se habían llevado a cabo durante los últimos cursos. Las asesorías de los CEFIRE territoriales colaboraron en la detección de las prácticas interesantes en los centros que tenían adscritos.

También mantuvimos un estrecho contacto con aquellos docentes que habían participado en jornadas propuestas por ayuntamientos y diferentes asociaciones, como las «Jornadas de intercambio de experiencias en sostenibilidad en centros escolares» de la Agencia Energética de la Ribera, y que el CEFIRE CTEM coordinó en mayo de 2018.

Además, recopilamos información sobre proyectos relacionados con la sostenibilidad llevados a cabo en estas asociaciones y en otras administraciones para estudiar las posibilidades de trabajo conjunto y ahorro de recursos. (Red 50/50 y acciones formativas diversas del Ayuntamiento de Valencia, formación para centros educativos de la Diputación de Valencia, etc.).
Especialmente significativa fue la labor compartida con diferentes administraciones. En este sentido, destacan las reuniones preparatorias para la normativa que regula la constitución de la Comisión Mixta de Educación Ambiental en la que participó la Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural y la Conselleria de Educación, Investigación, Cultura y Deportes, quien tiene entre sus miembros a un representante de la Subdirección General de Formación del Profesorado. Esta Comisión Mixta tiene entre sus funciones conocer las acciones en educación ambiental de carácter general desarrolladas en el medio escolar y la evaluación de sus resultados, así como aprobar la planificación de las acciones necesarias para la promoción de la educación ambiental en la escuela, garantizando la coordinación de los recursos.
En esta comisión se presenta el proyecto de creación de CSCV y se solicita que un técnico de medio ambiente colabore con el CEFIRE CTEM en este fin, así como en la formación del profesorado, aspecto del que se parte para la formación de nuestra red. En la actualidad, continúa pendiente la solicitud.
Tuvimos la oportunidad de asistir a varios eventos que conforman el panorama actual de la sostenibilidad. La colaboración con la Conselleria de Participación, Transparencia, Cooperación y Calidad Democrática (2018) en la organización del *Encuentro Educando por la Sostenibilidad*, nos permitió la difusión de nuestra red.
La presentación de la Guía de Educación Ambiental, trabajo conjunto de las consejerías de Agricultura, Medio ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural y la de Educación, Investigación, Cultura y Deporte en el CEACV en

marzo de 2018 y el Encuentro de la Red de escuelas e institutos de la huerta en abril de 2018 supusieron la recogida de información en cuanto a organización y actividades llevadas a cabo. La presentación del proyecto «Arboretum», del Complejo Educativo Misericordia, apoyado por la Diputación de Valencia, supuso un ejemplo de integración en un mismo proyecto de la sostenibilidad y la inclusión y de trabajo mediante APS.

Continuando con el objetivo de conocer nuestra realidad, visitamos varios centros de Educación Primaria y Secundaria, que tenían un largo recorrido en proyectos cuyo eje central era la sostenibilidad. Más tarde, nuestras visitas a escuelas e institutos integrados en el curso de pilotaje continuarán con un doble objetivo: conocer las actuaciones que estaban llevando a cabo y asesorarlos en aspectos relacionados con la acción formativa.

4. Analizando la realidad

Visto el diverso panorama, llegamos a las siguientes conclusiones:

1. En el ámbito político-educativo existe una preocupación y un compromiso relativo por este tema.
2. Numerosas entidades trabajan por la sostenibilidad (asociaciones, ayuntamientos, etc.).
3. Constatamos la existencia de diversas redes docentes en la Comunidad Valenciana con entidad propia y largo recorrido como la del Termet de Castellón, Agenda 21 de Alicante, Euronet 50/50 de Valencia y la creada por el CIPFP de Catarroja entre otras. Estos docentes trabajan por la sostenibilidad y por amor al arte en los centros escolares: la diversidad de modelos y metodologías de trabajo se hace patente. En algunos centros las iniciativas están lideradas por equipos directivos, en otros centros por grupos de docentes sin el apoyo de la dirección y en otros encontramos docentes-isla ocupándose de la sostenibilidad. Además, asistimos a la coexistencia de modelos centrados en profesorado,



quienes organizan y lideran las acciones, y modelos centrados en el alumnado (como el de Euronet 50/50).

4. No han ido parejas la práctica escolar y la formación docente.
5. Existe una escasa gestión ambiental en la mayoría de los colegios e institutos.

Este análisis nos llevó a plantearnos la necesidad de:

- Unificar esfuerzos colaborando con las diferentes instituciones.
- Plantear un modelo a seguir en el proceso de enseñanza-aprendizaje en el tema de la educación eco-social.
- Proveer de una formación a los docentes que supusiera la transición hacia ese modelo.
- Crear una red para el intercambio de experiencias que aglutinara las redes dispersas de la Comunidad Valenciana.

Estas propuestas se llevaron a cabo a través de las siguientes acciones.

5. Acciones formativas

La red CEFIRE de la CV tiene como uno de sus objetivos la formación en sostenibilidad. Desde el CEFIRE CTEM, tras analizar la realidad ecosocial y política, decidimos impulsar un modelo de centro ESenRED, que conforme una comunidad de centros sostenibles los cuales se involucren en la implementación de procesos de mejora mediante una metodología democrática y participativa con el empoderamiento del alumnado. En definitiva, buscamos la construcción de un espacio de sostenibilidad en la escuela. La formación es una herramienta clave para este propósito. Las acciones principales en las que se sustentó la creación de la CSCV fueron el Curso de catálogo y el Seminario de centros sostenibles, aunque también fueron importantes las siguientes acciones formativas convocadas y desarrolladas por el CEFIRE CTEM:

- Curso semipresencial «Pilotaje de escuelas: hacia un centro sostenible», realizado durante el curso 2017/2018 en colaboración con el CEACV y con los técnicos de Agenda 21 Escolar de Albacete. Pudimos contar



entre los participantes con docentes de los centros anteriormente citados, aquellos que habían implantado buenas prácticas en sostenibilidad. Esta acción formativa continúa con el "Seminario de intercambio de experiencias" que el CEFIRE CTEM lanza en noviembre de 2018.

- La «Formación inicial en sostenibilidad y medio ambiente» para asesores/as del ámbito CTEM se realizó, también con la colaboración y participación de los técnicos del CEACV y de los técnicos de Agenda 21 Escolar de Albacete, con el objetivo de facilitar la replicación de la formación en todo el territorio de la Comunidad Valenciana durante los próximos cursos (formación en cascada).
- Se coordinaron cursos de formación de modalidad semipresencial para el profesorado con aspectos relacionados con la sostenibilidad, en colaboración con el CEACV: «Consumo responsable y transformador», «Cambio climático e impronta del carbono», «Ecoauditoría escolar» y «El huerto escolar ecológico: un recurso educativo y saludable».
- Se coordinó el «Curso de soberanía alimentaria» en julio de 2018.

Además, se propuso la incorporación de la formación en sostenibilidad como elemento del catálogo de acciones formativas replicables por la red de CEFIRE a todo el territorio de la Comunidad Valenciana para el curso 2018-19 centrado en la ecoauditoría escolar y el modelo ESenRED.

Todos estos cursos se han dirigido al profesorado de segundo ciclo de Educación Infantil, Educación Primaria, Secundaria y Bachillerato de todas las especialidades, constituyendo así cursos Inter nivel.

Los objetivos generales que persiguen estos cursos tienen que ver con la creación de una conciencia medioambiental sobre los problemas que afectan a nuestro entorno y la promoción entre la comunidad educativa de acciones de mejora. Para ello, cabe proporcionar al profesorado conocimientos y recursos (fundamentos, fuentes de información, metodologías, actividades, etc.) para



que mejore su conocimiento en cuanto a la sostenibilidad, así como proporcionar herramientas y conocimientos para desarrollar el proceso de implantación y gestión de una auditoría ambiental en un centro educativo. Fomentar el interés de los participantes para desarrollar estos procesos y difundir experiencias de implantación de auditorías ambientales que sirvan de centros de referencia en la gestión ambiental completan estos objetivos.

6. Seminario de centros sostenibles y el modelo de centro ESenRED

Constituido como un espacio de intercambio de experiencias, es la vía para coordinar y formar a los centros que forman parte de los CSCV. Esta acción formativa presencial consiste en tareas pautadas y el intercambio de las experiencias que se generan en los centros educativos durante siete sesiones. El interés que suscitó el seminario en centros alejados de la sede de Valencia y la condición de “presencial “nos llevó a usar las nuevas tecnologías y a interconectar las sedes de Alpuente y de Elda vía plataformas digitales para facilitar la intercomunicación entre estas, evitando, en la medida posible, grandes desplazamientos del profesorado.

Los objetivos que persigue el seminario son los siguientes:

- Crear una comunidad de centros con buenas prácticas en sostenibilidad siguiendo el modelo ESenRED.
- Proporcionar al profesorado conocimientos y recursos (cimientos, fuentes de información, metodologías, actividades, etc.) mediante el intercambio de experiencias.
- Desarrollar procesos de implantación de auditorías ambientales en los centros educativos como punto de partida para el cambio ambiental y difundir estas experiencias convirtiéndolos en centros de referencia en la gestión ambiental.
- Fomentar la coherencia en la responsabilidad ambiental y el compromiso social.



- Fomentar el cambio de actitudes mediante un proceso participativo y democrático en el cual el alumnado sea el centro del proceso.

El seminario constituye una de las vías para crear un grupo de centros que trabajen la sostenibilidad desde un modelo que implica la utilización de la ecoauditoría escolar como herramienta principal que conforma el proyecto de cada centro. Por lo tanto, los requerimientos y características principales del curso siguieron el modelo ESenRED y fueron los siguientes:

- Los docentes participantes, a quienes se les certifica la formación reconociendo su labor, forman parte del grupo dinamizador del proyecto o bien desarrollan la tarea de coordinadores de sostenibilidad de los centros que participan en el mismo.
- Es necesaria la inclusión de toda la comunidad educativa durante el proceso: alumnado, profesorado, personal no docente, familias, representantes de la comunidad, etc. constituyen el comité de sostenibilidad. Por consiguiente, el apoyo y la participación en el proyecto del Equipo Directivo, del Claustro y del Consejo Escolar del centro como órganos de gobierno es indispensable. Es aconsejable explorar la posibilidad de colaboración con el ayuntamiento.
- Partimos de un modelo democrático y participativo centrado en el alumnado. Por ello, la mayoría de los miembros del comité de sostenibilidad pertenecen a este. Todo proceso que suponga responsabilizar al alumnado implica su derecho a tomar decisiones respecto a las acciones que va a realizar. También implica el deber de analizar su propia realidad para que estas decisiones sean ajustadas y que puedan pedir ayuda y colaboración a los adultos. Por lo tanto, el alumnado no solo tiene que participar si no que es el protagonista del proceso. No olvidemos que los objetivos, por encima del éxito en la gestión ambiental, son pedagógicos y es fundamental la concienciación ecosocial, que se ve reforzada cuando el alumnado es quien decide.



- Los órganos de gestión del proyecto de sostenibilidad en cada centro son el coordinador y la comisión de sostenibilidad. El coordinador de sostenibilidad actuará como dinamizador de las reuniones del comité y como representante del centro en las reuniones de coordinación del proyecto.
- Es aconsejable la incorporación en el PEC del proyecto, asegurando vías curriculares que apoyen las acciones tomadas. Las reuniones del comité de sostenibilidad se realizarán, por tanto, en periodo lectivo.
- Cada centro formula sus propios objetivos respecto al proyecto, eligiéndolos de entre las siguientes líneas de actuación: energía, agua, residuos, espacios interiores y exteriores, alimentación, y movilidad sostenible. Los contenidos referidos a cada línea recogerán, entre otros aspectos, las propuestas realizadas en el seminario. Además, cabe que estas líneas estén cohesionadas en torno a un proyecto común, un proyecto interdisciplinario que trabaje un tema concreto.



Imagen 1. Logo Comunidad de Centros.

Para el desarrollo del seminario contamos con la Colaboración necesaria de un técnico ambiental del CEACV y con los técnicos de Agenda 21 Escolar de Albacete.



Respecto a la organización de las sesiones, estas siguen las fases de la ecoauditoría escolar y comprenden un curso escolar completo. La herramienta pedagógica utilizada durante todo el proceso la mostramos en la siguiente imagen:

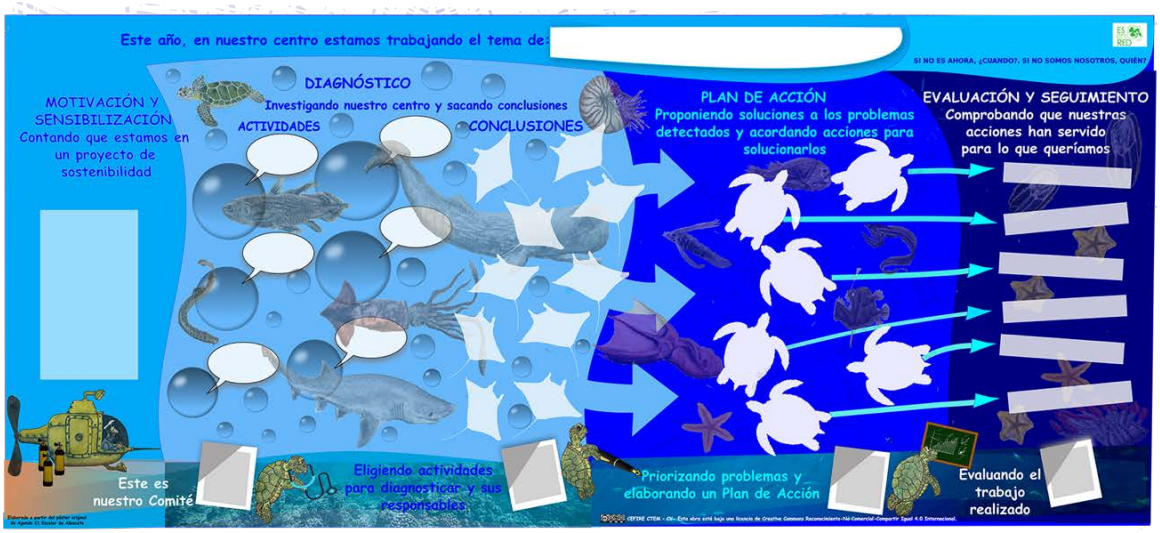


Imagen 2. Fases de la ecoauditoría escolar.

El proceso consta de las siguientes fases:

- Fase previa: *Prediagnóstico*. El equipo dinamizador de profesoras y profesores fijan los objetivos anuales a trabajar e informan al Claustro, al AMPA y al personal no docente, así como realizan actividades de sensibilización y difusión que pueden dirigirse a diferentes colectivos (alumnado, AMPA, campañas para las familias, etc.). Se lleva a cabo la detección del área o áreas a trabajar (energía, agua...) mediante la recogida de datos a través de encuestas, cuestionarios, imágenes, etc. (dependiendo del nivel educativo). Estas son elegidas por toda la comunidad educativa mediante un panel expuesto en un lugar común y la votación de todos sus miembros. En esta fase también se constituye el comité de sostenibilidad y se firma la carta de compromiso. Para facilitar la comprensión del alumnado, podemos utilizar el vídeo “Un conte per a la sostenibilitat”. Recurso que creamos con el objetivo de

hacer más accesible la información sobre el proceso de la ecoauditoría mediante texto, imágenes, pictogramas y audio, y contado desde el punto de vista del alumnado, favoreciendo así la inclusión (enlace).



Imagen 3. Imágenes del vídeo "Un conte per a la sostenibilitat".

- En la fase de *Diagnóstico,* el comité de sostenibilidad decide qué aspectos investigará cada nivel educativo, las actividades de diagnóstico a desarrollar lo largo del trimestre y cómo se recogerán los datos para llevarlos al siguiente comité. Se designan responsables.
- Segunda fase: el *Plan de Acción*. El comité recoge los resultados del diagnóstico de cada nivel educativo, configurando un panel de conclusiones en un lugar visible del centro con los problemas hallados. La comunidad educativa da su voto al que considera más importante. Después, se proponen soluciones en cada aula y mediante técnicas de aprendizaje cooperativo se llega a una o dos propuestas de solución, y el representante del aula las lleva al comité de sostenibilidad. Es el comité quien valora las propuestas, una vez comparadas, compiladas y reducidas mediante un proceso dialógico, y las somete a las seis grandes preguntas: ¿es viable en tiempo y esfuerzo?, ¿soluciona el

problema?, ¿podemos hacerlo por nosotros mismos?, ¿se puede asumir el coste?, ¿tiene impacto en el entorno?, ¿es original? Las soluciones que pasan por el filtro de las grandes preguntas constituirán el Plan de Acción: un proyecto compartido que reúne soluciones eficaces, que emocionalmente agradan, que no van a tener mucho coste en tiempo, en esfuerzo y en recursos, pueden ser realizadas por ellos mismos teniendo gran impacto en el entorno y que tienen alta probabilidad de solucionar los problemas. Cada solución es resumida en una ficha que recoge la acción a realizar, las personas que la van a llevar a cabo y quienes son los responsables.

- Tercera fase: *Evaluación y Seguimiento*. En este momento se reúne el comité y valora, mediante indicadores, el grado de cumplimiento de los objetivos planteados, y, por tanto, si las acciones propuestas han solucionado los problemas detectados. También se analiza cada acción para evaluar su continuidad durante el curso siguiente. Es decir, se decide si se institucionaliza y se incluye en la Programación General Anual. Podemos utilizar esta herramienta pedagógica para valorar las acciones de forma más visual.



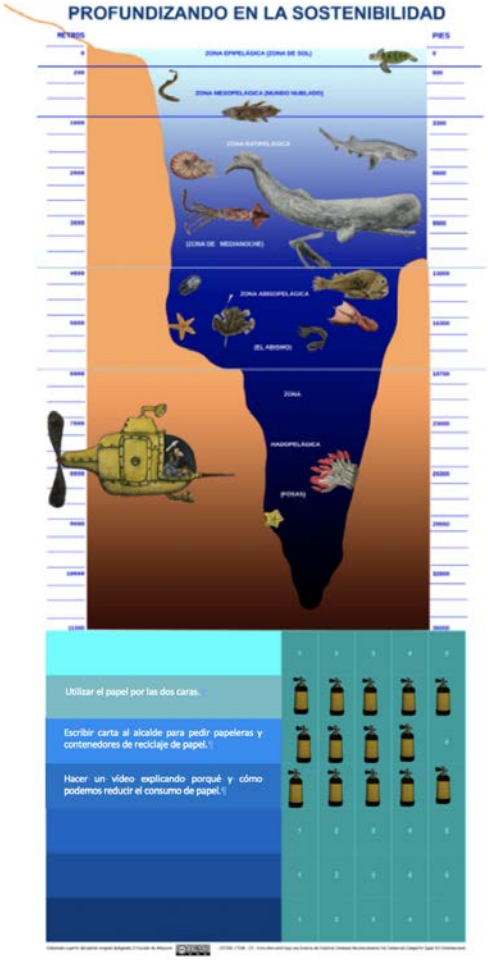


Imagen 4. Herramienta de evaluación.

Creemos que para el alumnado que vive este proceso participativo y democrático lo más valioso no es el resultado, sino el proceso en sí. Este proceso los lleva a sentirse responsables de sus acciones, a desarrollar una conciencia ecosocial y a participar de forma activa en las cuestiones que atañen a sus vidas, convirtiéndolos en ciudadanos de sus comunidades, y, en definitiva, del mundo.

Por último, el seminario acaba con la CONFINT final en la que los centros que forman parte de este, así como de otras acciones formativas, comparten sus experiencias. En el año 2019 se realizará en la Marjal del Moro, en el Centro de Educación Ambiental de la Comunidad Valenciana.

CONFINT es el término procedente de la 1ª Conferencia Internacional de Jóvenes celebrada en Brasilia en 2010, y donde 400 jóvenes de 64 países redactaron la "Carta de Responsabilidades de los y las Jóvenes: Cuidemos el Planeta". En esta participaron 9 jóvenes de tres de nuestras comunidades autónomas.

La CONFINT CSCV es una reunión de alumnado de Educación Primaria y de Educación Secundaria implicado en la sostenibilidad de su centro en la que, mediante un proceso participativo y lúdico, elegirá a sus representantes para el Encuentro Estatal de Alumnado de ESenRED. El alumnado tomará la decisión tras un día de convivencia en el que realizará una feria de proyectos para dar a conocer al resto del alumnado las acciones sostenibles llevadas a cabo en sus centros, y se completará con la asamblea de representantes y los talleres.

7. Presentación del proyecto CSCV

El proyecto se ha dado a conocer en los siguientes eventos:

- Congreso Nacional del Medio Ambiente, CONAMA Local, en el que mostramos a los/las asistentes el proyecto en noviembre de 2017.
- Presentación en noviembre de 2017 del proyecto CSCV en las jornadas organizadas por CONEC, el portal web de divulgación científica del Instituto de Ciencias Físico-naturales de la Institució Alfons el Magnànim-Centre Valencià d'Estudis i d'Investigació (IAM-CeVEI) y de la Fundación de la Comunidad Valenciana para el fomento de Estudios Superiores (FFES), impulsada por la Generalitat Valenciana, a través de la Conselleria de Educación, Investigación, Cultura y Deporte.
- Asistencia, el 5 de mayo de 2018 al "V Encuentro de Intercambio de Experiencias en Educación Ambiental", organizada por el Seminario de

Educación Ambiental de Castelló, con la presentación de nuestro proyecto a los asistentes y la participación de centros incluidos en el curso de pilotaje.

- Por último, la Coorganización de las V Jornadas de Educación Ambiental de la Comunidad Valenciana nos permitió recoger información sobre proyectos medio ambientales que se estaban llevando a cabo en nuestra comunidad. Además, fuimos invitados a participar en mesas de debate y tuvimos la oportunidad de presentar nuestro proyecto de CSCV.



Imagen 5. Presentaciones del proyecto CSCV

8. Somos ESenRED

La participación en los eventos del alumnado, del profesorado y de los técnicos ha apoyado la creación de la red de la Comunidad Valenciana.

El “IV Simposio de docentes ESenRED: Integración curricular de la Educación Ambiental” tuvo lugar en Valsaín (Segovia) en las instalaciones del CENEAM en julio de 2018. Durante tres días, docentes y técnicos de las redes convivimos y trabajamos intensamente, compartiendo experiencias ecosostenibles. La Comunidad Valenciana estuvo representada por cuatro docentes y por dos asesores y tuvimos la oportunidad de dar a conocer oficialmente nuestro proyecto CSCV a EsenRED.

El programa contó con la conferencia inaugural de Yayo Herrero “El currículo ecosocial de la educación hacia la sostenibilidad”.

Los talleres estuvieron enfocados al trabajo curricular de la educación ambiental: “Gamificación en programas de Educación Ambiental” (Nacho Cubero, Madrid), “Trabajo curricular de los ODS” (Gabriel Latorre y Juan Carlos Fernández, CEHS), “Del cambio climático a la educación ambiental” (José Manuel Gutiérrez Bastida , IRAES), “Visión sistémica de los problemas ambientales” (Francisco Javier Gómez de Agenda 21 Escolar), Construcción de un cargador USB para bicicleta (José Pérez Castrejón, EHMS), “Soberanía alimentaria y educación ambiental” (Beatriz Antón Garramiola y José Manuel Gutiérrez Bastida , IRAES) nos dieron oportunidad de reflexionar y aportaron ideas para llevar este trabajo a los centros.

Además de estos talleres, el programa se completó con:

- Intercambios de experiencias en espacios simultáneos estructurados y en espacios informales y no estructurados. Un resumen de las experiencias docentes presentadas fueron plasmadas en un muro digital al que se puede acceder en el siguiente enlace.
- Itinerarios de naturaleza guiados por el CENEAM.
- Presentación de los programas y funcionamiento de las distintas redes de ESenRED.
- Mesa redonda de “Prácticas de Éxito en Educación para la Sostenibilidad”.
- Ponencia final con Toni Aragón, director del PRAE (Centro de iniciativas Ambientales de la Junta de Castilla y León), centrada en el tema de “Por qué trabajar la sostenibilidad desde los centros escolares”.



Imagen 6. IV Simposio de docentes de EsenRED.

La red de nuestra comunidad también participó con dos docentes, un asesor y tres alumnos en la “V CONFINT Estatal” celebrada en Alcaraz (Albacete) en octubre de 2018. Este intercambio de experiencias entre el alumnado se llevó a cabo mediante objetos simbólicos, las asambleas de delegados y el anclaje con los ODS. El aprendizaje fue parte importante de la CONFINT. Los talleres permitieron la reflexión y la toma de responsabilidad sobre los siguientes temas: “Lo que el paisaje esconde”, “La verdadera historia del fuego”, “Aves que cambian sus rutinas”, “Canción truncada del río”, “Nacer, vivir, morir en Alcaraz”, “Casas que cambian el paisaje”, “Comer soberanamente”, “Cuánto cuesta un móvil”.

Con el objetivo de transmitir los valores y compromisos desarrollados durante la CONFINT, se realizó una performance colectiva: “Danza de la tierra madre”. También se comunicaron los resultados mediante una exposición de las de las 120 propuestas de acción, que constituyen el manifiesto de la IV CONFINT.

Por último, se eligieron los delegados estatales, que representarán a nuestro país en la CONFINT europea.



Imagen 7. IV Confint en Alcaraz.

9. CSCV y retos: hacia un futuro sostenible

Un total de 40 centros educativos forman parte de la CSCV tras un curso escolar de trabajo. Esperamos que este número vaya creciendo y que año a año se sumen al proyecto más centros: el cambio climático es ya una realidad y movimientos del alumnado como Fridays for Future tienen cabida en CSCV. A continuación, mostramos un mapa de los centros participantes en el proyecto.

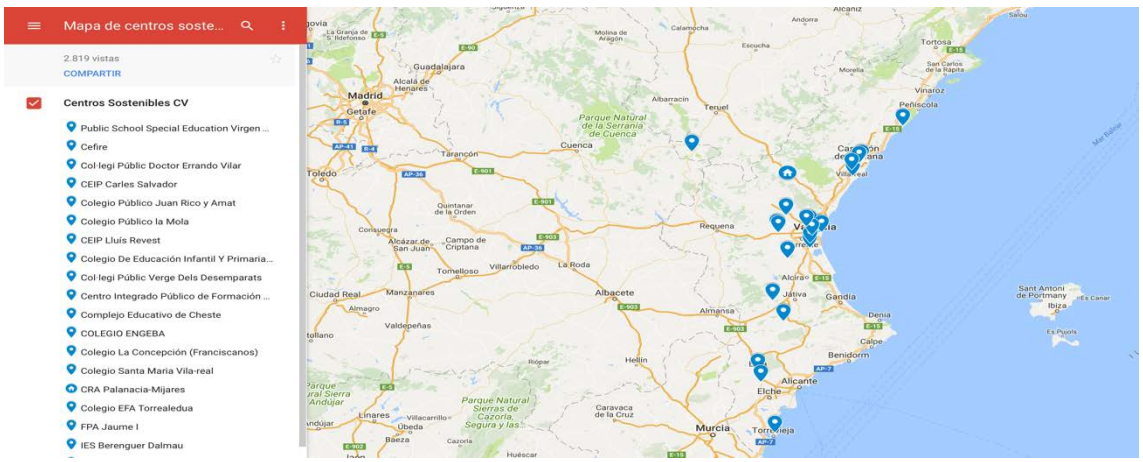


Imagen 8. Mapa de centros sostenibles.

La coexistencia con otros modelos centrados en el profesorado nos hace plantearnos la posibilidad de aceptar a todos los centros en el proyecto CSCV. Aunque el hecho de que no tengan comités formados por la mayoría del alumnado, y sea el profesorado quien dirija el proyecto limita su participación en los eventos de ESenRED.

Los centros de Educación Especial y las unidades de Educación Especial en centros ordinarios constituyen otro de nuestros retos educativos y nos abren la posibilidad a ver la sostenibilidad desde el Diseño Universal del Aprendizaje y la accesibilidad cognitiva, potenciando la participación del alumnado con diversidad funcional.

Queda pendiente un trabajo exhaustivo sobre la integración curricular de la sostenibilidad en el currículo de la Comunidad Valenciana: esta labor evitaría actuaciones puntuales. Además, metodologías como el aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje servicio en Educación Primaria y Secundaria o los proyectos interdisciplinares en ESO son un territorio por explorar para potenciar la inclusión de la sostenibilidad y la conciencia ecosocial en el currículum actual. La red CEFIRE, aportará un claro ejemplo de que es posible esta inclusión con la acción formativa organizada conjuntamente por el CEFIRE CTEM y el CEFIRE de Plurilingüismo “Project CLIL&Science. Plastics a real challenge for today”.

Quedan por dilucidar cuestiones administrativas y de funcionamiento, como la dotación económica necesaria para llevar a cabo el proyecto en los centros, ya que las vías del PAM y de los Proyectos de Innovación son insuficientes. Una posible solución que está fuera del alcance de la red CEFIRE es la respuesta positiva que están teniendo algunos ayuntamientos con los que algunos centros han podido llegar a un acuerdo para la financiación.

También queda pendiente el reconocimiento de la figura del coordinador de sostenibilidad del centro.

Referencias bibliográficas

[1] Agenda 21 Escolar (2019). Grupo de trabajo provincial de la Agenda 21 Escolar. Recuperado de https://a21escolarab.es/presentacion/grupos-de-trabajo Consultado 12/09/2019.

[2] Conselleria de Participación, Transparencia, Cooperación y Calidad Democrática (2018). *Encuentro Educando por la Sostenibilidad*.



Recuperado de http://www.cooperaciovalenciana.gva.es/documents/164015995/165277095/programa+ampliat_CAST2.pdf/cffe5f6e-7d5d-407b-8f97-96b315f60963 Consultado 15/09/2019.
[3] Conselleria de Educación, Cultura y Deporte (2019, septiembre). *CEFIRE*. Recuperado de http://www.ceice.gva.es/es/web/formacion-profesorado/cefire Consultado 15/09/2019.
[4] Crujeiras, B. Y Jiménez-Alenxandre, M.P. (2015) Desafíos planteados por las actividades abiertas de indagación en el laboratorio: articulación de conocimientos teóricos y prácticos en las prácticas científicas. Enseñanza de las Ciencias, 33 1 pp. 63-84.
[5] Ministerio para la transición ecológica. *Qué es ESenRED*. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/mini-portales-tematicos/ESenRED/que-es-esenred.aspx Consultado 15/09/2019.
[6] Naciones Unidas. (2002). *Informe de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, Johannesburgo (Sudáfrica), 26 de agosto a 4 de septiembre de 2002*. Nueva York: Naciones Unidas. Naciones Unidas (2019). Objetivos de desarrollo sostenible. Recuperado de https://unctad.org/es/Docs/aconf199d20_sp.pdf Consultado 15/09/2019.

Referencias legislativas

[7] *Ley Orgánica 1/1990, de 3 de octubre, de Ordenación General del Sistema Educativo*. Boletín Oficial del Estado, Núm. 238 / 04.09.1990.
[8] *Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación*. Boletín Oficial del Estado, Núm. 106 / 04.05.2006.
[9] *Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa*. Boletín Oficial del Estado, Núm. 295 / 10.12.2013.
[10] *Resolución de 5 de octubre de 2017, de la Secretaría Autonómica de Educación e Investigación, por la que se establece el Plan anual de formación permanente del profesorado para el curso 2017-2018.* Diario Oficial de la Generalitat Valenciana, Núm. 8148 / 13.10.2017.
[11] Resolución de 20 de julio de 2018, de la Secretaría Autonómica de Educación e Investigación, por la que se establece el Plan anual de formación permanente del profesorado para el curso 2018-2019. Diario Oficial de la Generalitat Valenciana, Núm. 8372 / 30.08.2018.



I si les matemàtiques es munten la seua pel·lícula?

Lluís Bonet Juan

lluis@iesmarenostrum.com

IES Mare Nostrum (Alacant), UNED (Dénia-Benidorm)

Modalitat: Píndola.

Nivell educatiu: Educació Secundària Obligatòria.

Resum

*Els problemes oberts de matemàtiques són vídeos curts accessibles en les dues etapes de la ESO que presenten situacions basades en fets de la vida real i que són desafiants davant del repte "**I vosaltres que penseu d'açò?**". El procés creatiu enriqueix els processos d'aprenentatge i deixar-los oberts permet portar-los a qualsevol aula per desenvolupar el sentit crític, explicar els raonaments, resoldre i exposar les conclusions.*

Paraules clau: Creació de situacions, treball col·laboratiu, creativitat.

1. Context inicial

El model d'aprenentatge digital implantat al nostre centre educatiu s'adapta a una societat que canvia contínuament fent ús de metodologies d'ensenyament i aprenentatge que fan front als interessos i reptes actuals.

Quantes vegades s'escolten comentaris com "no soc una persona de números i les matemàtiques sempre se m'han donat mal" De fet, moltes vegades es presumeix de l'analfabetisme matemàtic, contràriament al que es fa amb altres defectes"[1] Fer ús de l terminologia com resolució de problemes, provoca temor entre l'alumnat, per la qual cosa utilitzaré la paraula situacions per no intimidar a ningú amb el llenguatge.

Decidit a ajudar a trencar aquests estereotips, dissenyàrem un projecte europeu eTwinning de col·laboració entre l'IES Mare Nostrum d'Alacant i el Collège Sainte Marie des Ursulines de Toulouse on crear vídeos curts amb situacions reals en les quals intervenen les matemàtiques. Un treball col·laboratiu entre docents de matemàtiques, informàtica, llengua i teatre en el



que han participat seixanta alumnes del primer i segon cicle de la ESO duent a terme un interessant treball d'investigació en equip, creatiu, lingüístic i interdisciplinar.

2. Objectius

El disseny de situacions mitjançant vídeos curts per a la seua posterior resolució i descobrir unes matemàtiques més properes a la realitat han determinat l'objectiu d'aquest projecte. Un procediment creatiu i participatiu capaç d'il·lusionar i posar en valor les capacitat de l'alumnat. I sobre tot aprendre i convèncer de que les matemàtiques ajuden a prendre decisions, a ser més crític, prestant atenció a la publicitat enganyosa o et permeten entendre les coses que passen al teu voltant, amb situacions ridícules d'anumerisme, per la qual cosa et fan ser més lliure.

Prenguérem la decisió de fer ús de tot allò que pogués aportar un plus en el procés d'ensenyament-aprenentatge: mitjans audiovisuals, calculadora, Geogebra, etc. en la creació de les nostres situacions. Per a què deixar-les obertes sense la solució? Anteriorment havíem fet vídeo tutorials o vídeos que expliquen com arribar a la solució. Però aquesta nova línia de treball permet portar a totes les aules aquests vídeos com material didàctic i treballar les propostes que plantegen.

Altre objectiu era trobar un model de treball col·laboratiu i en equip així que els tallers de matemàtiques, voluntaris i fora de l'horari lectiu han estat el lloc on investigar, desenvolupar i resoldre les situacions, crear els diàlegs, gravar, muntar i escriure els subtítols i on ens havem pogut convèncer que mb les idees que cadascú aporta s'enriqueix el resultat final. També ací el professorat hem pogut recopilar les experiències i generar els materials didàctics que podran ser utilitzats posteriorment per altres docents que vulguin portar el vídeos a les seues aules.

L'alumnat participant és protagonista directe de les situacions convertint-se així còmplice de tot el procés creatiu i qualsevol alumne receptor de primer o segon cicle de la ESO (inclús de l'últim cicle de primària) té per davant el repte de



contestar les preguntes que es plantegen.

3. El desenvolupament de l'activitat

Tot el procés que es descriu a continuació suposa un treball col·laboratiu i d'equip, del professorat i de l'alumnat, que s'enriqueix en ambos sentits i on imaginació i creativitat brollen alhora de plantejar les situacions que es van a desenvolupar, dissenyar els diàlegs o completar els muntatges dels vídeos.

3.1. Plantejament i resolució de la situació real

Busquem sempre situacions real, properes al nostre entorn amb la recerca de dades, presa de mesures, etc.

3.2. Creació d'un guió, gravació d'escenes i post producció

Una vegada preparat el guió, es graven les escenes en Chroma en un estudi de la Universitat d'Alacant. S'incrusten els fons que ens traslladen directament a la situació que s'està treballant.



Imatge 1. Gravació d'una escena i incrustació d'escenari

3.3. Muntatge del vídeo

S'incorporen al vídeo els crèdits per a millorar la qualitat del producte final: imatges amb informació i dades, subtítols, i perquè no, elements que capten l'atenció i on es poden descobrir grans dosis de creativitat.

3.4. Compartir el vídeo, la metodología i la resolución

Finalitzat el procés creatiu és l'hora de portar el vídeo a altres aules, per a posteriorment compartir metodologies, formes de resolució etc. Aquest *feedback* que havem tingut amb el nostres soci de projecte eTwinning ha estat

molt positiu i ha permès enriquir les situacions amb noves alternatives i propostes d'ampliació.

La pregunta "***I vosaltres que penseu d'açò?***" Activa la curiositat, insta a la reflexió i a donar una resposta utilitzant les eines i els recursos necessaris.



Imatge 2. Escenes del vídeos muntats4. Materials elaborats

Els vídeos creats es descriuen a continuació amb alguns dels continguts desenvolupats. Tots estan basats en fets reals i propers a l'entorn de l'alumnat i on s'ha dut a terme un minuciós procés de treball. Estem creant d'aquesta manera un petita videoteca de problemes o situacions que són resolubles a través de les eines que ens proporcionen les matemàtiques.

- ✓ **¡Qué lio con las pizzas!:** https://youtu.be/0bUlgRB1hT4
  Realització d'operacions, comparació d'ofertes i càlculo de percentatges.
- ✓ **¿Y cuándo me compro la tableta?:** https://youtu.be/EqWnH5Nfu5w
  Càlcul de percentatges i comparació de descomptes en la publicitat.
- ✓ **Rebajas de rebajas:** https://youtu.be/9GzeeivKEws
  Investigacions en els descomptes successius. Problemes d'anumerisme en els usuaris.
- ✓ **No necesito Google Maps:** https://youtu.be/cxbIQCatJHE
  Investigació sobre la geometria de La Terra. Comparacions entre les geometries esfèrica i plana. Proporcionalitat i trigonometria.
- ✓ **Contratiempos en la mudanza:** https://youtu.be/j33WY8nca-o

Aplicació del Teorema de Pitàgores. Factures i funcions.

- ✓ **¿En qué parking has dejado el coche?:** https://youtu.be/b6P7E540iyM
  Investigació sobre tarifes de pàrquings i el funcionament intern que utilitzen les màquines de pagament.
- ✓ **Códigos de barras estropeados:** https://youtu.be/vi8zs0mhgQo
  Investigació sobre el funcionament dels codis de barres EAN8 i EAN13. Disseny d'un modelo diferent per arreglar codis que tenen malbé el dígit de verificació, fent us d'operacions matemàtiques (sense programació).
- ✓ **¿Podrías ducharte con un cubo de agua?:** https://youtu.be/r8he3lAf_eQ
  Experiment basat en una noticia real que ha servit de fil conductor d'un projecte interdisciplinar amb títol "*Dale una segunda oportunidad al agua*" i on hem posat de manifest la relació matemàtiques i medi ambient.
- ✓ **Desenmascarar a un autor literario**. https://youtu.be/o43GlAXgYts
  Treball d'investigació que posa de manifest com l'estadística pot ajudar-nos en qüestions relacionades amb l'estilometria. Aquest treball està relacionat amb la temàtica dels plagis o còpies de màsters, tema que està en aquests momets d'actulitat.
- ✓ **Valoración de daños de superficies siniestradas.** https://youtu.be/4_mxEOUQT1Y
  Es tracta d'un treball d'investigació amb el que s'aproximen els càlculs de superfícies irregulars fent ús de matrius vectors i determinants. Es treballa amb fotografies aèries de Google Maps o Google Earth i es comparen els resultats amb els que faciliten eines disponibles del Ministeri de Agricultura o del Cadastre.

Tots aquests vídeos són accessibles des del ***Canal de Youtube INTEGRANT MATEMÀTIQUES*** junt a altres materials audiovisuals: treballs desenvolupats per l'alumnat, tutorials per a l'aprenentatge i l'ús de la calculadora, projectes videoMAT, etc.





Imatge 3. Alguns dels treballs desenvolupats

5. Materials complementaris

Cada vídeo porta associats uns documents de recolzament:

5.1. Documents per a l'alumnat

Disposa d'un enunciat de l'activitat i d'un codi QR que et porta directament al vídeo utilitzant una app de lectura d'aquests codis des d'un Smartphone o una tableta. Alguns materials inclouen plantilles per a guiar l'alumnat en el desenvolupament i la resolució de la situació.

Ver vídeo: "Rebajas de rebajas"

https://youtu.be/9GzeeivKEws

Imatge 4. Codi QR que et porta directament al vídeo

5.2. Documents per al professorat

El material per al professorat facilita una resolució de la situació i incorpora orientacions didàctiques, propostes d'ampliació etc. sorgits de l'experiència duta a terme en l'aula/taller.

El professorat interessat pot contactar-me per a que li faci arribar aquest material si ho considera necessari.

6. Conclusions i avaluació

El projecte "***Quan les matemàtiques es munten la seua pel·lícula en el institut***" ens ha aportat moltes coses positives ja que hem trobat un alumnat molt motivat, amb moltes ganes de treballar en equip en la creació d'aquestes situacions tretes d'un context real, aconseguint consolidar la relació entre les matemàtiques i vida quotidiana. La participació d'alumnes amb dificultats d'aprenentatge en l'àrea de matemàtiques, atrets per l'ús de la calculadora i de les TIC en el muntatge dels escenaris i vídeos, ha augmentat la seua motivació i interès i com a conseqüència una millora en la competència matemàtica informàtica i tecnològica en general.

El treball col·laboratiu dins del marc eTwinning amb un centre francès ha facilitat poder finalitzar el curs amb un intercanvi escolar amb vint alumnes de 2n i 4t de la ESO de cada país, la qual cosa, ha suposat a més una millora per a l'alumnat de les competències lingüístiques, de les relaciones interpersonals, dels valors del respecte, la tolerància i la cultura en general.

Per al professorat ha estat molt important poder treballar en equip aportant cadascú les seues idees i poder-les compartir, amb l'enriquiment que això ens ha suposat, i a la vegada aprendre uns dels altres i amb els altres, alumnat i professorat soci, complint-se d'aquesta manera allò que considere vital per a un docent: **no deixar mai d'aprendre**.







Imatge 5. Premi vídeoMAT i distincions.

Finalment compartir la satisfacció que suposa haver rebut la distinció *European Quality Label* amb el projecte europeu eTwinning *"Cuando las matemáticas se montan su película en el instituto"* i que un dels nostres vídeos haja estat guardonat amb el Primer Premi Especial de la categoria 4º ESO en el vídeoMAT 2018 *¿Podemos calcular distancias aproximando tanto como Google Maps?* al que es pot accedir des del canal de Youtube INTEGRANT MATEMÀTIQUES o des de l'enllaç:

https://youtu.be/6i2QADEGBek

Referències bibliogràfiques

[1] Allen Paulos, J. (1990): El hombre anumérico. Barcelona. Tusquets Editores S.L.

Les eleccions:

Punt de partida per fer recerca a Secundària

María del Pilar Menoyo Díaz
mmenoyo@xtec.cat
Institut Juan Manuel Zafra

Modalitat: Comunicació.
Nivell educatiu: Educació Secundària Obligatòria.

Resum

Amb el foment de la competència en recerca per part de l'alumnat de Secundària es potencien competències útils i vàlides per tota la vida ja que s'han d'afrontar a la resolució de problemes, a saber moure's en una allau de dades, sent crític i rigorós amb la seva informació i el seu tractament, a ser autònoms i a utilitzar eines digitals per recollir, obtenir i analitzar els recursos que tinguin a l'abast i arribar a conclusions rellevants, vàlides i fiables que hauran de divulgar per contribuir a un major coneixement del tema.
L'objectiu és que l'alumnat sàpiga fer recerca, respectant els drets d'autor, seguint una metodologia científica amb rigor, que desenvolupi un esperit crític, que sàpiga treballar cooperativament, que sàpiga plasmar per escrit el que ha fet i divulgar el procés de la recerca, a partir d'una pregunta que ha de respondre amb la presa de dades personal i tenint com a referència un estat de l'art sobre el tema que investiguen.

Però per què diem que les eleccions són un bon marc per fer recerca? Perquè..

- *S'afavoreix la formació d'una ciutadania crítica i responsable partícip de la societat en la que viuen, en vies de contribuir a una societat més justa i respectuosa amb el que l'envolta.*
- *Tota la població ha de tenir una alfabetització socio-científica-matemàtica per entendre què implica votar.*
- *Poden generar diferents preguntes investigables.*

Presentem dues exemplificacions de recerques fetes per alumnat de 2n i 4t d'ESO en el marc d'una matèria optativa i d'una extraescolar respectivament, utilitzant la plataforma moodle com a punt de trobada de comunicació. La 1a tracta del preu personal, econòmic i mediambiental que representa un vot i la 2a de l'estudi del nivell de coneixement envers l'economia circular i la seva inclusió en els programes electorals del 21 de desembre de 2017.

Paraules clau: Investigar. Secundària. Cost. Paritat. Economia circular



1. El foment de la recerca a l'ESO

Per tal que l'alumnat sàpiga fer recerca sobre temes del seu interès se'ls ha d'ensenyar a investigar de manera gradual i al llarg de tota l'escolaritat i des de totes les àrees curriculars, així com en les extracurriculars (Menoyo, 2013 [6] 2014 [7], 2016 [8] [9 [10], 2017 [11] [12]).

Quan parlem d'ensenyar a investigar a Secundària (Menoyo, 2014 [7]) ens referim a fomentar, facilitar i gestionar un marc necessari perquè l'alumnat, amb un ambient de cooperació, a la vegada que d'autonomia, sàpiga ser curiós i crític amb el món que l'envolta, amb la finalitat que siga capaç de:

- Plantejar-se problemes a partir de situacions properes, motivadores i que estiguin al seu abast.
- Analitzar els coneixements de partida, els que necessitin i que han d'assolir; per tant han de saber cercar i seleccionar la informació i processar-la.
- Organitzar, planificar seqüenciant i desenvolupant un pla d'acció per aconseguir un resultat satisfactori i a l'abast de les seves possibilitats i recursos.
- Analitzar, comprendre i interpretar la realitat, les dades obtingudes, els experiments realitzats, els textos consultats, utilitzant eines digitals adequades.
- Arribar a conclusions, utilitzant justificacions en funció d'un cos de coneixement.
- Comunicar i divulgar la recerca per escrit i oralment, fent servir tots els mitjans necessaris per transmetre amb claredat no únicament els resultats, sinó tot el procés seguit i sempre que sigui possible més enllà de les parets dels seus centres escolars.

La manera d'ensenyar l'alumnat a fer recerca ha de seguir una gradació en plantejaments i en models metodològics ja que tal com apuntava Bloom (1956) [2] no totes les accions cognitives tenen la mateixa complexitat, per exemple, no és el mateix conèixer una certa dada que valorar-la. Posteriorment



Anderson, i Krathwohl (2001)[1] van modificar la seva taxonomia, utilitzant accions, és a dir verbs i van indicar que no és el mateix recordar una certa dada que crear-la, proposant així una jerarquia dels objectius educatius que es volien aconseguir amb l'alumnat.

TAXONOMIA DE BLOOM ÀMBIT COGNITIU	NIVELL DE COMPLEXITAT	TAXONOMIA REVISADA PER ANDERSON I KRAHWOHL
Avaluació	ALT	Crear
Síntesi		Avaluar
Anàlisi		Analitzar
Aplicació		Aplicar
Comprensió		Comprendre
Coneixement	BAIX	Recordar

Taula 1. Nivell de complexitat cognitiva segons Bloom (1956) i Anderson i Krahwohl (2001)

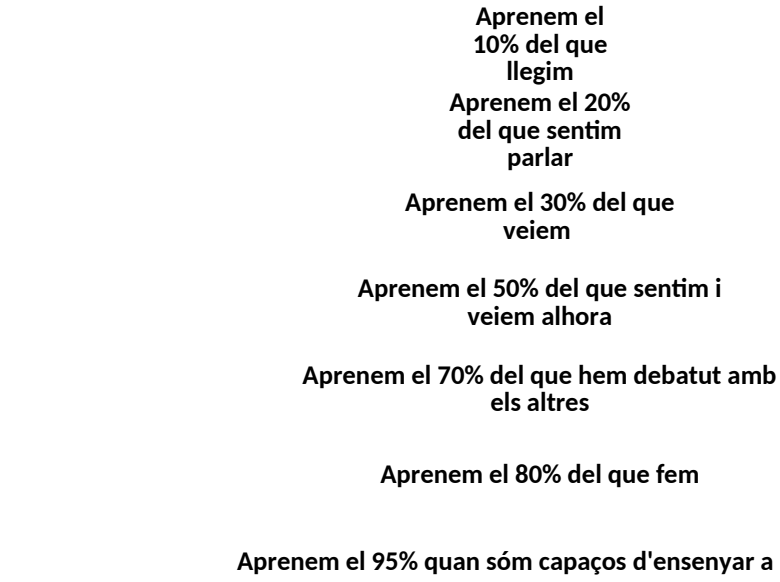
Herrón (1971)[4] també proposava una gradació per a la realització de pràctiques de laboratori dient que s'haurien de dissenyar de menys a més apertura en quant a objectiu, material, mètode i resposta i determinant 4 nivells en quant a autonomia i protagonisme de l'alumnat. De la mateixa manera les investigacions s'haurien de plantejar des de la descripció fins a la justificació i des de la proposta per part del professorat fins la proposta plantejada per l'alumnat (Menoyo 2014) [6].

NIVELL	*NOMBRE*	*OBJECTIU*	*MATERIAL*	*MÈTODE*	*SOLUCIÓ*
0	*Demostració*	*Donat*	*Donat*	*Donat*	*Donada*
1	*Exercici*	*Donat*	*Donat*	*Donat*	*Oberta*
2	*Investigació estructurada*	*Donat*	*Donat en part o obert*	*Donat en part o obert*	*Oberta*
3	*Investigació oberta*	*Donat*	*Obert*	*Obert*	*Oberta*
4	*Projecte*	*Donat en part o obert*	*Obert*	*Obert*	*Oberta*

Taula 2. Nivell d'obertura de les pràctiques de laboratori segons Herrón (1971)



I per altra part, si tenim en compte la piràmide de coneixement de Glasser (1999) [3], el fet de fer recerca és el marc propici perquè l'alumnat aprengui, ja que es considera que aprenen el 95% quan són capaços d'ensenyar als altres comunicant les seves investigacions.



Imatge 1. Basat en la piràmide d'aprenentatge de Wiliam Glasser

La gradació que proposem (Menoyo, 2009 [5], 2013 [6], 2014[7], 2016 [8]) adequada a cadascun dels nivells i considerant que tot l'alumnat sense excepció l'hauria d'assolir i sense que vulgui dir que determinat alumne no pugui perfectament tenir habilitats d'un nivell superior és la següent:

Nivell d'ESO	1r d'ESO	2n d'ESO	3r d'ESO	4t d'ESO
Habilitats investigadores	Observació	Formulació de preguntes i previsió	Formulació de preguntes Emissió d'hipòtesis Anàlisi de resultats	Canvis en les variables Disseny d'experiments Simulació Demostració
Habilitats cognitivolingüístiques	Descripció	Explicació	Argumentació Justificació	Argumentació Justificació



Taula 3. Gradació de l'adquisició d'habilitats investigadores i cognitivollingüístiques segons Menoyo (2013)

Si tenim present una gradació, en quant a vetllar perquè tot l'alumnat sense excepció, tingui desenvolupades unes habilitats investigadores i cognitivollingüistiques que els permetin realitzar recerques i les puguis divulgar, segur que adquiriran competències vàlides i útils per a la vida i al llarg de la vida.

2. Les eleccions: Font de preguntes investigadores

L'edat en la que s'exerceix el dret al vot actualment és als 18 anys, per tant quan es convoquen eleccions coincideix just quan l'alumnat de Secundària està fent 2n de Batxillerat.

El fet de votar és molt important ja que marcarà el rumb dels anys següents, per tant s'ha de saber *què és i com funciona* el sistema electoral, s'ha de saber *moure's en una allau d'informacions* i tenir *criteri per destriar* i s'ha de *ser crític* amb els programes electorals que presenten els diferents partits i *tenir l'autonomia suficient per decidir*. Està clar que hem ressaltat en cursiva aspectes relacionats amb el fet de fer recerca, per tant, vulguem o no, l'alumnat haurà de fer recerca personal sobre el que significa i representen unes eleccions.

Es tracta de dotar l'alumnat de les eines necessàries per conèixer, destriar, tenir criteri i ser rigorós per poder decidir i fer una elecció amb elements de causa suficient i tenint present els objectius de desenvolupament sostenible perquè entre tots puguem contribuir a que es facin realitat.

És important que l'alumnat sàpiga que el fet de poder votar no és igual a tots els països i que la possibilitat d'exercir el dret al vot per part de les dones a tot el món ha estat un camí molt dur i que encara no ha acabat. Únicament sabent la seva història i la situació actual podran donar valor al fet de votar i votaran. Com a exemple de preguntes investigadores podrien ser:

Es dona la paritat a les llistes dels programes electorals?

Com a caps de llista han figurat i figuren dones?

La intenció de vot es compleix en les eleccions?

I el vot als 16 anys?



És important que l'alumnat sàpiga els continguts dels programes electorals, que els llegeixi amb calma i amb el marc de referència dels objectius del desenvolupament sostenible. Com a exemple de preguntes investigadores podrien ser:

Quines accions proposen els diferents partits per posar fi a la pobresa (objectiu n. 1 ODS)?

Quines accions proposen els diferents partits per la pau, la justícia i institucions socials (objectiu n.16 ODS)?

Sap la gent les mesures que els diferents partits polítics inclouen en els seus programes electorals?

És important que sàpiguen que no tots els països tenen el mateix sistema electoral i que els models matemàtics que apliquin permetran tenir a un determinat partit polític un nombre d'escons o altre. Com a exemple de preguntes investigadores podrien ser:

El partit més votat en aquestes eleccions és el que tindrà més escons?

És la llei d'Hondt, un bon model de repartiment just d'escons?

Té la mateixa representativitat en escons un vot a Espanya, a Portugal, a Itàlia i a França?

Té la mateixa repercussió en escons no votar que votar en blanc?

És evident que l'exemplificació de preguntes investigadores al voltant de les eleccions no parteixen del mateix bagatge de coneixement, ni es pot utilitzar la mateixa metodologia per l'obtenció de dades que ens permetin respondre les preguntes, unes seran més pròpies per assolir l'alumnat d'ESO i altres per part d'alumnat de batxillerat. Sigui com sigui podrem partir nosaltres de proposar preguntes, però les veritables preguntes de recerca per respondre l'alumnat, són aquelles que parteixen de la seva motivació i interès.

3. Context de l'experiència: Fer recerca a l'ESO

Les experiències que mostrarem al voltant de les eleccions com a eix vertebrador per fer recerca a l'ESO van tenir lloc en el marc d'una matèria optativa i d'una activitat extraescolar (Zafra Investigadora).

La de 2n d'ESO correspon a una recerca realitzada el curs 2015-16 en el marc d'una matèria optativa que realitzaven 20 alumnes, feta per 2 d'ells i que portava per títol "Les eleccions: El preu personal, econòmic i mediambiental



d'un vot" i per la que van obtenir el Premi dels Participants de l'Exporecerca 2016 i Menció IDESCAT planter 2016 [13].

La de 4t d'ESO correspon a una recerca realitzada el curs 2017-18 en el marc d'una extraescolar voluntària, gratuïta i sense benefici pel professorat feta per 2 alumnes i que portava per títol "Producció i consum responsable: Coneixement sobre Economia Circular i la seva inclusió en els programes electorals del 21 de desembre de 2017 a Catalunya" i que posteriorment a les dades del congrés va obtenir un Premi Recerca Jove 2018. Aquesta recerca també va ser presentada a l'Exporecerca 2018.



Imatge 2. Captura de pantalla de la presentació de les dues recerques al II Congrés CTEM [16]

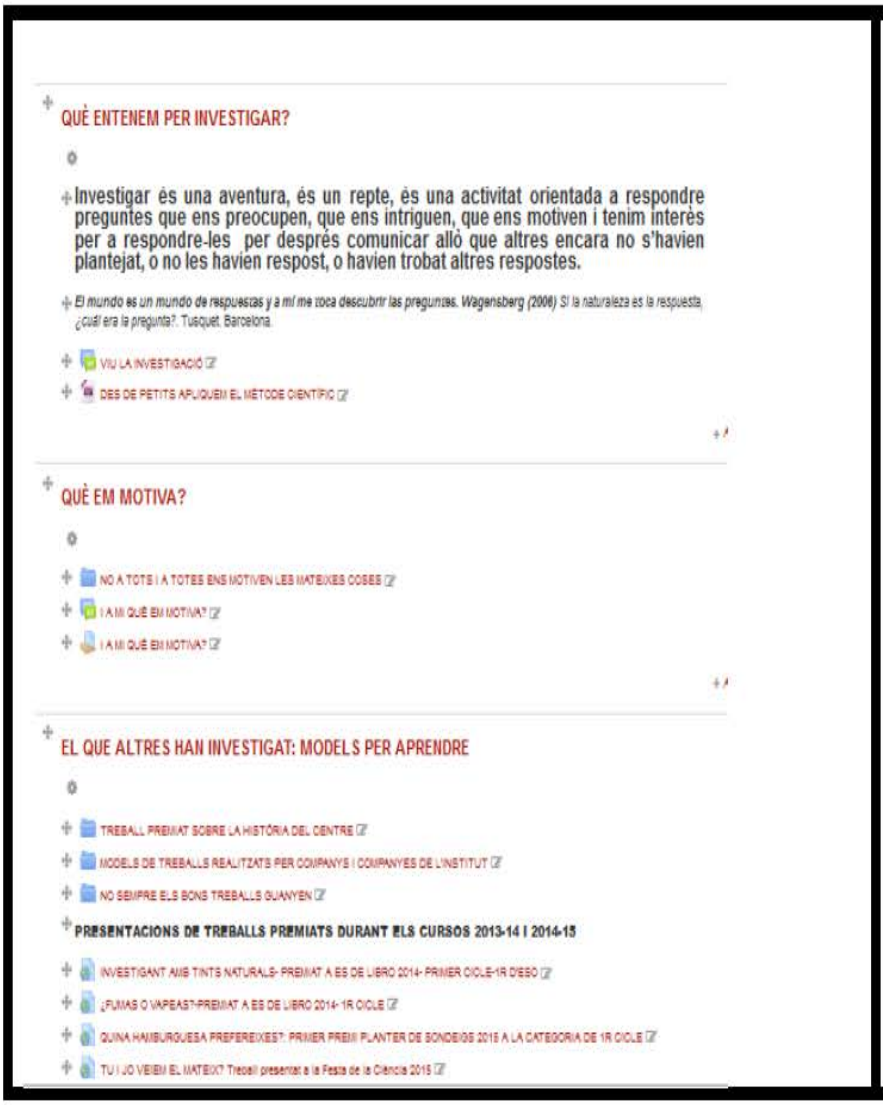
Tant en una situació com en una altra l'alumnat tenia com a suport i un dels punts de trobada i informació, un curs moodle per consultar aspectes metodològics per fer recerca, recerques premiades que actuaven com a model i també informacions diverses. Aquest curs moodle té l'objectiu d'actuar com a una biblioteca compartida que es va ampliant cada any i a la qual té accés tot l'alumnat ja sigui com a optativa, ja sigui com a extraescolar.



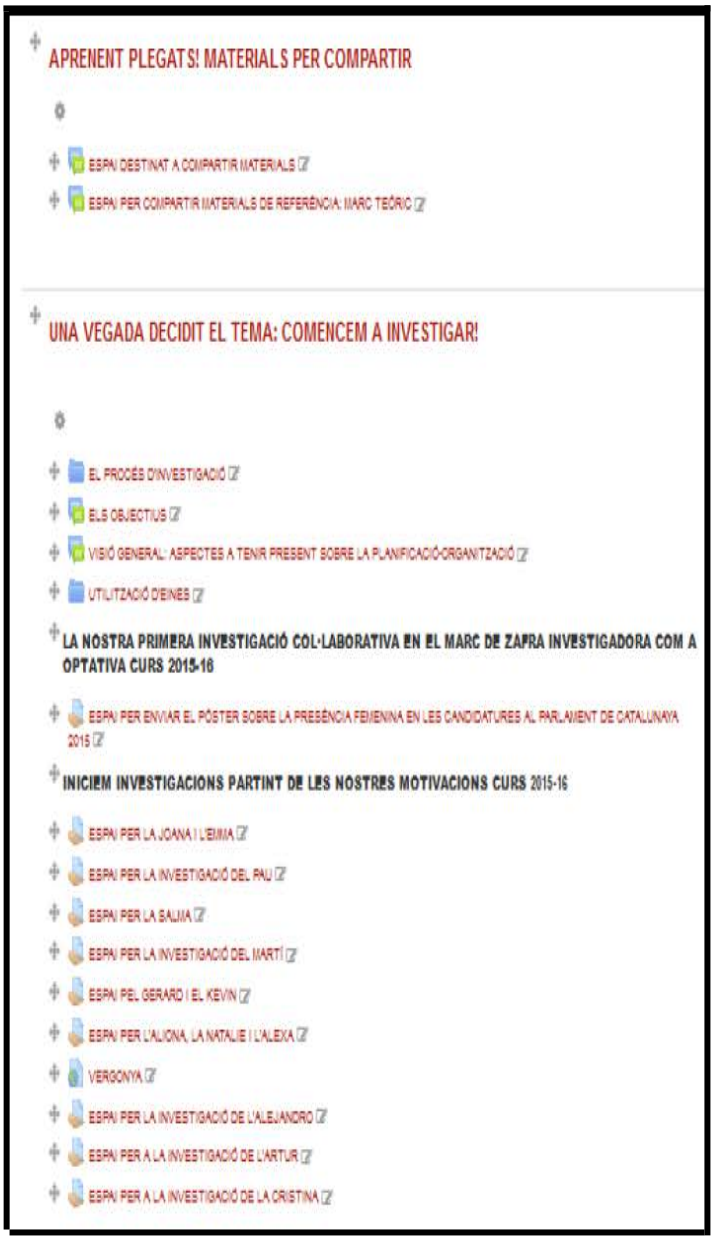
Imatge 3. Captura de pantalla de la presentació de l'espai Zafra Investigadora



Imatge 4. Captura de pantalla de la secció dedicada a informacions al llarg dels cursos



Imatge 5. Captura de pantalla de la secció dedicada a aspectes inicials: Motivació i models per aprendre corresponents a la Fase de Pre-investigació o de Decisió



Imatge 6. Captura de pantalla de la secció dedicada a l'inici de la recerca corresponents a la Fase de la Recerca o execució



Imatge 7. Captura de pantalla de la secció dedicada a la fase de Post-investigació o divulgació

La presentació de les dues experiències que vaig fer al II Congrés CTEM de la Comunitat Valenciana es poden consultar aquí [16]

3.1. Fer recerca en el marc d'una optativa de 2n d'ESO

El primer dia de classe del curs 2015-16 ens vàrem presentar per compartir interessos i per decidir sobre què volíem fer de recerca tota la classe ja que a fer recerca, s'aprèn fent recerca i per tant a partir d'un tema d'interès compartit van decidir que ja que en uns dies tindrien lloc les eleccions al Parlament de Catalunya volien saber coses que no sabien i que ningú els havia explicat.

Durant el primer trimestre tothom va fer la mateixa cerca documental per poder partir d'un cos de coneixement compartit al voltant de respondre a la pregunta: *Des de quan les dones podien votar a Espanya*, per posteriorment respondre a la pregunta: *Qui era Clara Campoamor* i poder fer una recopilació de la seva

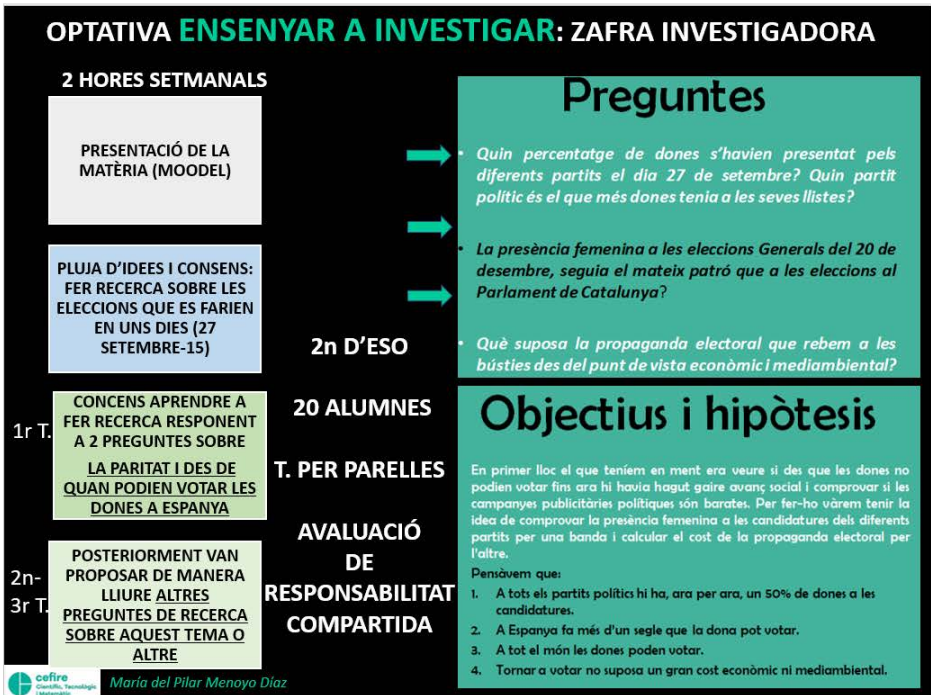
vida i importància social. Així l'alumnat entendria que per començar qualsevol recerca, s'ha de fer una cerca documental sobre el tema, únicament així seran capaços d'elaborar preguntes de recerca.

Ja sabent sobre el tema, l'alumnat es va formular la pregunta: *Existeix paritat a les llistes dels diferents partit polítics que es presenten al Parlament de Catalunya del 27 de setembre del 2015?* Aquesta pregunta no era de cerca d'informació, sinó de recerca ja que havien de determinar què necesitarien fer i consultar per obtenir unes dades que no havien vist plasmades en cap document.

Les dades les van obtenir de les paperetes sobrants de les eleccions i que el centre tenia, fent un comptatge manual; posteriorment els vaig proporcionar l'enllaç a les dades oficials [17] per poder utilitzar un Excel i facilitar el comptatge i el temps utilitzat en fer-ho servir. Això em va permetre donar a conèixer l'Excel i constatar que el seu ús facilitava càlculs i proporcionava l'opció d'escollir una manera de presentar gràficament els resultats.

En finalitzar el trimestre tothom havia de lliurar un dossier amb el recopilatori d'informacions sobre Clara Campoamor, això em va permetre ensenyar a elaborar un dossier amb un índex referenciat, a saber estructurar una informació i a presentar una bibliografia. També havien de lliurar un pòster on havia de figurar el marc teòric al voltant de Clara Campoamor i què representava votar pel Parlament de Catalunya; la pregunta, els objectius i hipòtesis, la metodologia emprada, els resultats obtinguts, les conclusions o resposta a la pregunta i la bibliografia, això em va permetre ensenyar a com es pot divulgar una recerca.

Posteriorment el segon i tercer trimestre, l'alumnat va realitzar de manera individual o en grup cooperatiu de màxim 3 persones recerques diferents, algunes, de temes que s'havien descartat per realitzar el primer trimestre, per exemple al voltant de l'holocaust, el comportament dels gossos o la utilització del WhatsApp [15], entre d'altres.



Imatge 8. Captura de pantalla de la presentació de l'optativa al II Congrés CTEM [16]

Dos alumnes, van decidir continuar fent recerca al voltant de les Eleccions aprofitant també les eleccions Generals que van tenir lloc el 20 de Desembre de 2015, del fet de que el mateix mes les dones d'Aràbia Saudita tenien la possibilitat de votar per primera vegada i per altra part, tenia lloc l'estrena de la pel·lícula Sufragistes.

Es van formular aquestes preguntes:

> *La presència femenina a les Eleccions Generals del 20 de Desembre de 2015, seguia el mateix patró que a les del Parlament de Catalunya?*
>
> *Què suposa la propaganda electoral que rebem a les bústies des del punt de vista econòmic i mediambiental?*

Per respondre a aquestes preguntes de recerca van fer:

- Seguir el mateix procediment que havien fet en quant a comptatge de dones a les llistes, però ara tenint clar que utilitzarien les llistes oficials penjades a google i farien servir l'Excel. El problema que es van trobar es que no es podia fer la comparativa de tots els partits que havien participat a les del

Parlament, ja que alguns no participaven i d'altres havien canviat de sigles, per tant únicament van fer la comparativa de 5 d'ells.

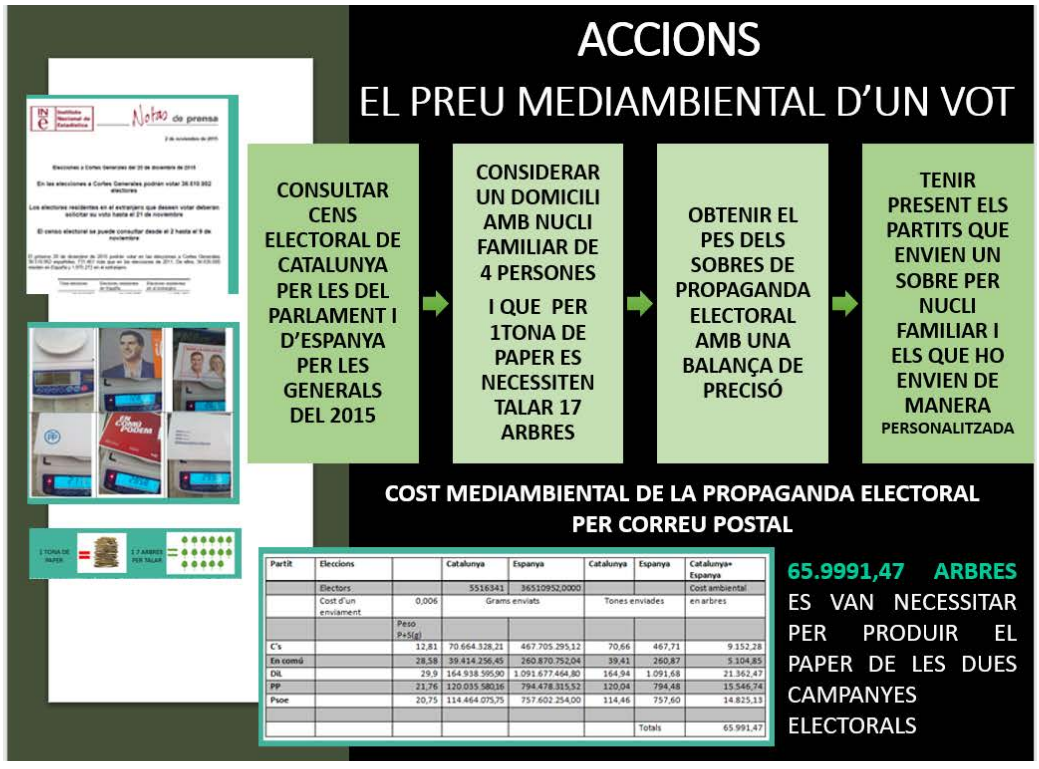
- Per altra part i utilitzant les dades del BOE del 24 d'octubre del 2015 van saber el preu d'un sobre electoral i consultant el cens electoral van fer un càlcul del cost que suposava, tenint present que no tots els partits enviaven individualment a cada elector, sinó que alguns ho enviaven a un nucli familiar, per la qual cosa van establir com a model una família tipus de 4 membres.
- Considerant que una tona de paper necessita talar uns 17 arbres, van fer una estimació del preu mediambiental que suposava la propaganda electoral que rebíem a les bústies, després d'utilitzar una bàscula de precisió per determinar la massa dels diferents sobres. Per la recopilació i anàlisi de dades van utilitzar l'Excel.



Imatge 9. Captura de pantalla de la presentació de les accions necessàries per saber el preu personal d'un vot presentat al II Congrés CTEM [16]



Imatge 10. Captura de pantalla de la presentació de les accions necessàries per saber el preu econòmic d'un vot presentat al II Congrés CTEM [16]



Imatge 11. Captura de pantalla de la presentació de les accions necessàries per saber el preu mediambiental d'un vot presentat al II Congrés CTEM [16]

3.2. Fer recerca en el marc d'una extracurricular

Normalment les extracurriculars o extraescolars les associem lligades a repassos de les diferents matèries, esport, manualitats, teatre i idiomes.., però no les lliguem a aprendre a fer recerca.

A l'institut Juan Manuel Zafra de Barcelona dinamitzo extraescolarment des del 2006, Zafra Investigadora fins a l'actualitat, una vegada ja jubilada. És un espai on l'alumnat de tots els nivells educatius proposen recerques del seu interès, les realitzen i les divulguen en diferents àmbits (Menoyo, [17]).

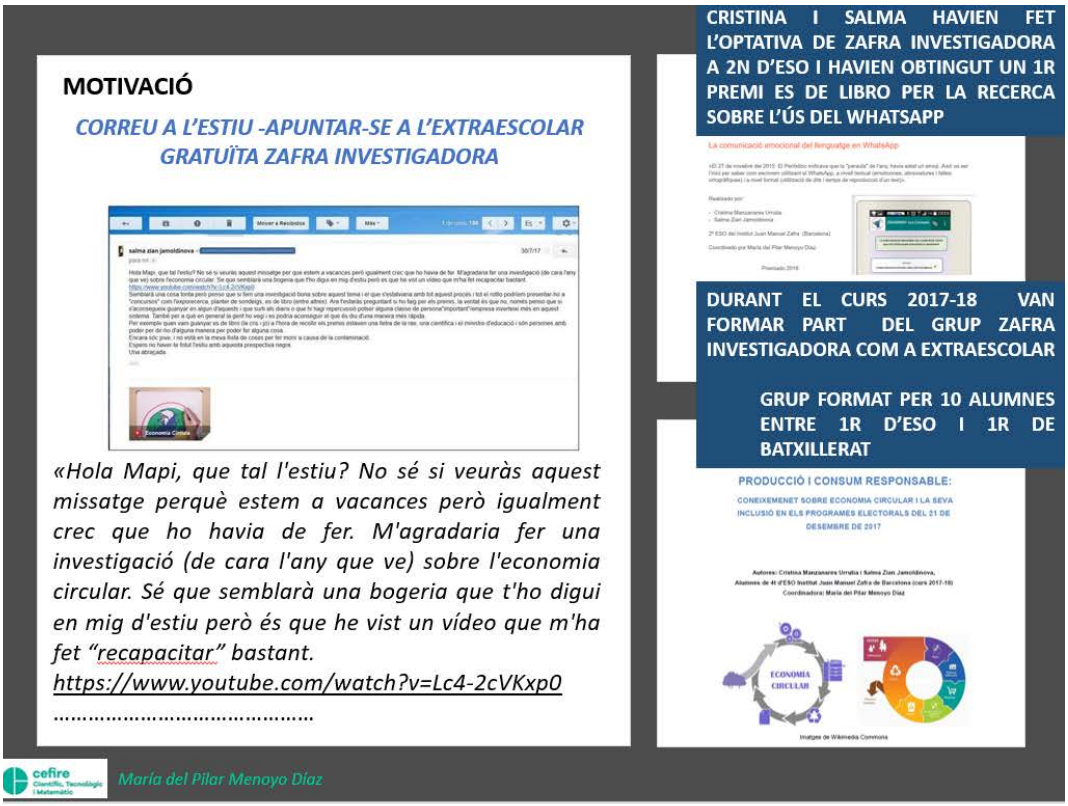


Imatge 12. Captura de pantalla de la presentació de l'extraescolar Zafra Investigadora presentat al II Congrés CTEM [16]

L'experiència que comparteixo la van realitzar 2 alumnes que a 2n d'ESO van fer l'optativa d'aprendre a fer recerca, per la qual cosa ja partien d'un bagatge important, fent durant el primer trimestre, com he indicat, la recerca sobre la paritat o no en les llistes dels diferents partits polítics que es presentaven al Parlament de Catalunya del 2015 i posteriorment en el segon i tercer trimestre

van realitzar i divulgar una recerca sobre la utilització del WhatsApp i que va rebre el premi nacional *Es de libro 2016* en la categoria primer cicle d'ESO [15]. L'inici de la recerca realitzada per aquestes dues alumnes de 4t d'ESO va ser el visionat d'un vídeo per part d'una d'elles sobre l'Economia Circular que li havia impactat i així m'ho va comunicar al juliol del 2017.

Aquesta primera motivació va anar prenent cos en forma de memòria escrita de tot el procés sota el paraigües dels objectius del desenvolupament sostenible i finalment es va divulgar a l'Exporecerca 2018, en el marc del curs de formació del professorat convocat pel CRP de Nou Barris i a la convocatòria de premis Recerca Jove, obtenint un dels Premis Recerca Jove 2018.



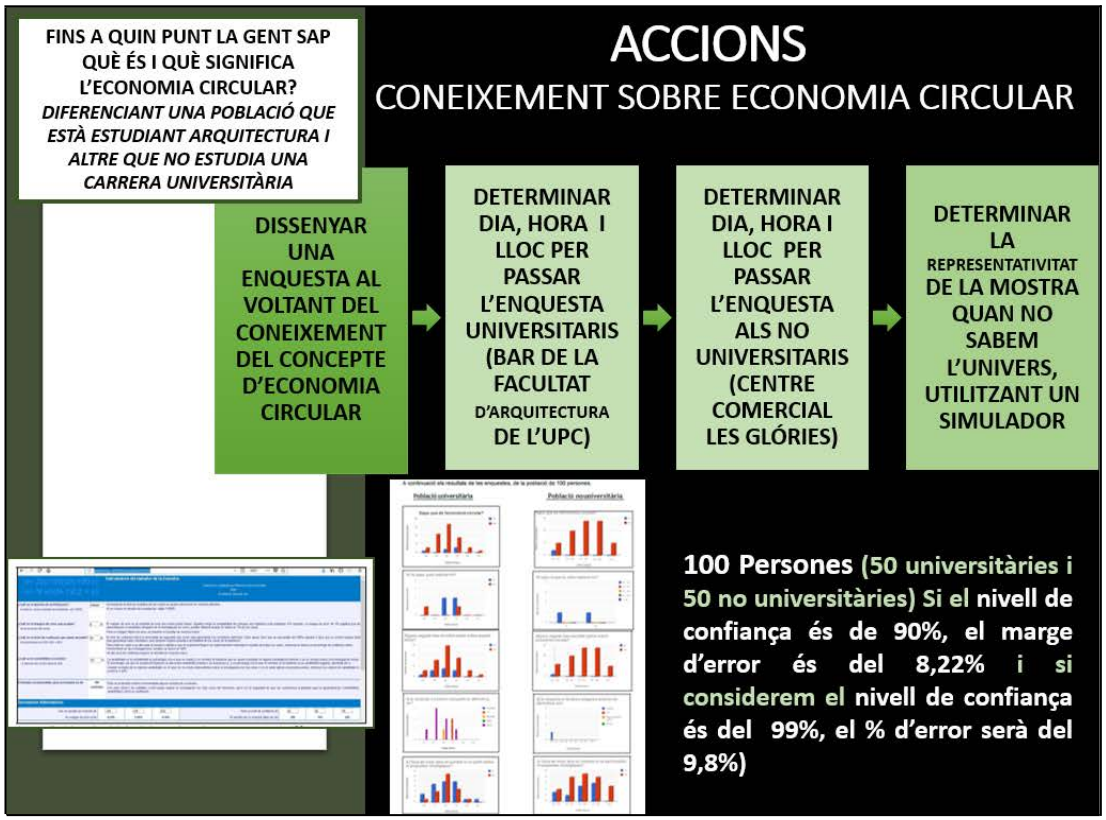
Imatge 13. Captura de pantalla de la motivació de l'alumnat presentat al II Congrés CTEM[16]

Es van planejar aquestes dues preguntes:

> *Fins a quin punt la gent sap què és l'Economia Circular? (diferenciant gent amb estudis universitaris de la que no els té).*

Els partits polítics que es presenten a les eleccions al Parlament de Catalunya del 21 de Desembre de 2017, tenen polítiques que promouen la sostenibilitat i la implantació d'una Economia Circular, respectuosa amb el medi ambient?

Amb uns objectius i hipòtesis de partida van començar a fer un sondeig del grau de coneixement que tenia la gent sobre Economia Circular, dissenyant una enquesta que van passar a 50 alumnes universitaris de la facultat d'arquitectura i a 50 persones que visitaven un centre comercial, establint la representativitat de la mostra amb un simulador que els va permetre saber el nivell de confiança i el % d'error de la mostra.



Imatge 14. Captura de pantalla de la presentació de les accions necessàries per saber el grau de coneixement sobre Economia Circular presentat al II Congrés CTEM [16]

Per altra part, amb les propagandes electorals dels diferents partits polítics [17] i utilitzant un generador de núvol de paraules varen determinar allò en els que els diferents partits posaven el seu focus.



Imatge 15. Captura de pantalla de la presentació de les accions necessàries per saber si els partit polítics incorporaven mesures de sostenibilitat, presentat al II Congrés CTEM [16]

4. Consideracions finals

Hem plantejat aquí que les eleccions són un bon marc perquè l'alumnat faci recerca, però el que és important és que la faci, sigui del tema que sigui, però que sempre parteixi d'una motivació intrínseca o extrínseca i que tingui present que fer recerca representa tenir present que haurà de passar per les tres fases bàsiques a les que ha d'estar preparat i per tant el professorat ha de vetllar perquè sigui així, ensenyant-li què representa, què ha de fer i què ha d'aprendre a cada fase (Menoyo, 2009:72)[5].

Les competències que adquireix l'alumnat fent recerca, seran competències útils i vàlides al llarg de tota la seva vida ja que suposen un coneixement i interacció amb el món vist des de la mirada curiosa i disposada a actuar davant problemes o situacions que els preocupen i als quals volen trobar respostes.

Suposen el desenvolupament de competències personals i interpersonals, ja que els doten de l'autonomia suficient per tirar endavant una recerca efectuada individualment o en col·laboració quan hi ha interessos comuns.

Els dota d'una competència en gestió i utilització de la informació ja que han de cercar, seleccionar i analitzar informació de diverses fonts i per tant desenvolupen un sentit crític i una actuació des del rigor.

Adquireixen competències digitals tant en la obtenció i recollida de dades com en el posterior anàlisis i divulgació del que han fet i trobat. I per suposat una competència comunicativa a l'hora de fer la comunicació.



Imatge 16. Importància de fer recerca a Secundària presentat al II Congrés CTEM [16]

Referències

[1] Anderson, L.W., and D. Krathwohl (Eds.) (2001). A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: a Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. Longman, New York.

[2] Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H. y Krathwohl, D. R. (1956). Taxonomy educational objectives: Handbook I, Cognitive Domain. Nueva York: Ed. McKay.

[3] Glasser, W (1999). *Teoría de la elección: Una nueva psicología de la libertad personal* Editorial PAIDÓS.

[4] Herron, M. (1971). The nature of scientific inquiry. School Review, 79, 171-212.

[5] Menoyo, M del P. (2009) Iniciar al alumnado en los trabajos de investigación: Una oportunidad para fomentar la competencia investigativa desde primero de ESO. Aula de Innovación Educativa n. 182, 67-73.

[6] Menoyo, M del P. (2013) *Anàlisi del procés de realització I tutorització dels treballs d'investigació a Secundària: Propostes didàctiques per millorar la competència en recerca de l'alumnat* Tesi doctoral UAB ISBN: 9788449038235. Recuperat a https://ddd.uab.cat/record/113988

[7] Menoyo, M del P (2014). *Fer recerca a Secundària: Un repte per a l'alumnat i per al professorat*. Editorial Rosa Sensat. Premis 10. Barcelona 2014. Associació de Mestres Rosa Sensat - ISBN: 8494148281.

[8] Menoyo, M del P (2016). Aprendre a investigar i a comunicar a l'ESO i al batxillerat des de la mirada matemàtica de la realitat. *Congrés català d'educació matemàtica. Barcelona* ISBN: 978-84-608-9217-5.

[9] Menoyo, M del P (2016). Aprendre a realitzar i compartir treballs d'investigació utilitzant la plataforma Moodle Pòster I Congrés CTEM de la Comunitat Valenciana Recuperat de http://mestreacasa.gva.es/c/document_library/get_file?folderId=500019994020&name=DLFE-1552430.pdf.

[10] Menoyo, M del P (2016). *La realización de trabajos de investigación: Un reto para el alumnado y el profesorado de Secundaria.* Editorial Octaedro-Rosa Sensat, 17. Barcelona 2016. Octaedro - ISBN: 8499218024.

[11] Menoyo, M del P (2017). Aprendre a investigar: Una oferta d'extraescolar a l'institut Juan Manuel Zafra de Barcelona Pechakucha a Novadors 2017 Recuperat de https://recercaasecundaria.wordpress.com/2018/01/27/pechakucha-a-novadors-2017-aprendre-a-investigar-una-oferta-dextraescolar-a-linstitut-juan-manuel-zafra/

[12] Menoyo, M del P (2017). Hacer ciencia para comunicar ciencia desde 1º de ESO: Aprender a pensar, leer, realizar, hablar y escribir ciencia *Revista Modelling in Science Education and Learning* Volume 10 (1), doi: 0.4995/msel.2017.6556. Instituto Universitario de Matemática Pura y Aplicada Universitat Politécnica de Valencia ISSN: 1988-3145. Recuperat a https://riunet.upv.es/handle/10251/79850

[13] https://fme.upc.edu/ca/planter/historic/Planter-2016/llistat-dels-treballs-guanyadors-planter-2016

[14] https://studylib.es/doc/4795367/dels-vots-als-escons.---departament-de-matem%C3%A0tiques



[15] http://www.esdelibro.es/investigadores/trabajo/la-comunicacio-emocional-del-llenguatge-escrit-que-utilitzem-quan-fem-servir-el-whatsapp

[16] http://mestreacasa.gva.es/c/document_library/get_file?folderId=500019994020&name=DLFE-1552430.pdf

[17] https://politica.elpais.com/politica/2017/12/08/actualidad/1512727945_699180.htm



Una aproximación al volumen de una cuádrica a través de sus secciones

María García Monera
monera2@uv.es
Complejo educativo de Cheste

Modalidad: Píldora.
Nivel educativo: Internivel.

Resum

Uno de los problemas que nos encontramos los profesores de matemáticas en nuestro día a día es la falta de materiales manipulativos para el estudio de superficies y sus propiedades. En la mayoría de los casos, estos materiales se reducen a poliedros, primas y poco más. En este artículo proponemos el uso de las superficies seccionadas para estudiar una aproximación al volumen de una superficie basado en sumas de Riemann.

Palabras clave: superficies, geometría, secciones.

1. Introducción a las cónicas

Como pasa con gran parte de la matemática básica, es necesario remontarse a la civilización griega para encontrar el origen de las curvas cónicas.

Las cónicas se llaman así por los mismos griegos, entre ellos Apolonio de Pérgamo (262-190 a.C.), quien se dio cuenta de que estas curvas aparecían cuando se cortaba un único cono circular recto (en vez de 3 conos de ángulo diferente, como hizo Menecmo) con un plano que no pasara por su vértice. Según la inclinación del plano respecto al eje de rotación, la sección da lugar a una cónica u otra. En general, un cono podemos verlo como el lugar geométrico que describe una recta (generatriz) en el espacio al girar sobre otra recta (eje imaginario) y que se cortan en un punto llamado *vértice* del cono.

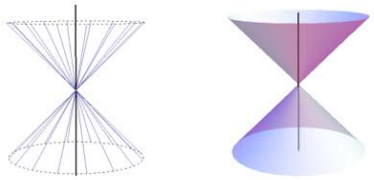


Imagen 1. Generación del cono



Así, si llamamos α al ángulo entre la generatriz y el eje y β al ángulo entre el plano y el eje, Apolonio demostró que:

a) Si $\alpha < \beta$, la cónica es una elipse. Si $\beta = \pi/2$, la cónica es una circunferencia.

b) Si $\alpha = \beta$, la cónica es una parábola.

c) Si $\alpha > \beta$, la cónica es una hipérbola.

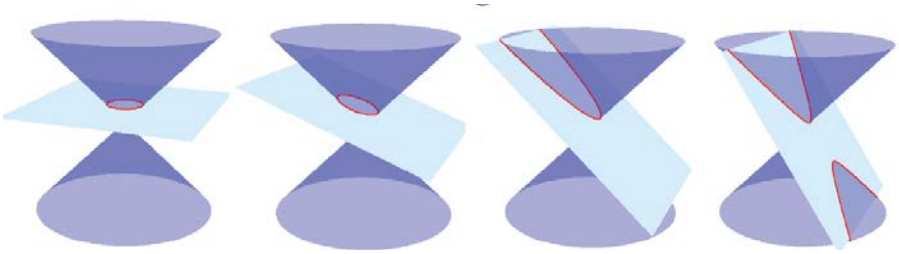


Imagen 2. Cónicas

La demostración más elegante del hecho de que las secciones de un cono circular son las cónicas la hizo un geómetra francés, Germinal Pierre Dandelin (1794-1847). Dandelin demostró que existen como máximo dos esferas tangentes interiores al cono (una en el caso de la parábola) a lo largo de una circunferencia y que son tangentes al plano que corta al cono en dos puntos.

Esta propiedad permite distinguir los elementos de una cónica. Los puntos de tangencia, F y F', se llaman *focos de la cónica* y el punto medio del segmento que los une se denomina *centro de la cónica.* Además, la recta intersección entre el plano que contiene a los focos y el plano que contiene a una de las circunferencias de tangencia se denomina *directriz de la cónica.* Finalmente, la recta que contiene a los focos y su perpendicular pasando por el centro se denominan *ejes de simetría* de la cónica. En el caso de la circunferencia se cumple que $F = F'$, y coinciden con el centro de la circunferencia. En este caso,

cualquier recta que pase por su centro es eje de simetría.

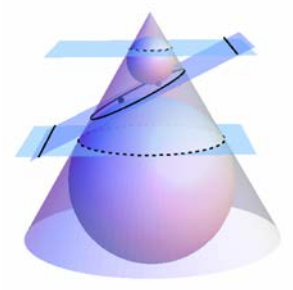


Imagen 3. Esferas tangentes al cono

Fue necesario esperar unos siglos después hasta que René Descartes (1596-1650) introdujera la noción de coordenadas en el plano. Una vez fijado un origen, unos ejes de coordenadas y una unidad de longitud, cada punto del plano está perfectamente determinado por un par de números reales (x, y).

Esto hizo que lo que siglos atrás había empezado siendo un mero dibujo en la tierra con palos y cuerdas y después de una idea casi que en el sentido platónico, se acabara transformando en una ecuación escrita en papel que debían verificar las coordenadas de los puntos pertenecientes a esos dibujos. En el caso de las cónicas, y si elegimos un origen de coordenadas y unos ejes relacionados con la cónica concreta, la ecuación asociada tiene una expresión muy reducida. Veamos, a través de la definición clásica y usando la notación de Descartes, cada una de las cónicas en su versión reducida. En lo que sigue, tomaremos los puntos en $\mathbb{R}^2$ y las variables en $\mathbb{R}$.

La circunferencia

La circunferencia es el lugar geométrico de los puntos del plano cuya distancia a un punto fijo, llamado centro, es constante.

Si tomamos $C(0,0)$ como centro de la circunferencia, $P(x, y)$ un punto cualquiera del plano y $0 < r$ la distancia constante entre los dos puntos, tenemos que:

$$d(P, C) = r \rightarrow \sqrt{x^2 + y^2} = r,$$

lo que es equivalente a poner

$$x^2 + y^2 = r^2,$$



que nos da la ecuación más simple de la circunferencia. Si la circunferencia está centrada en un punto $C'(x_0, y_0)$, obtendríamos:

$$(x-x_0)^2+(y-y_0)^2=r^2$$

y en coordenadas paramétricas:

$$x(t)=r(x_0+\cos t),$$

$$y(t)=r(y_0+\sin t), \qquad t\in(0,2\pi].$$

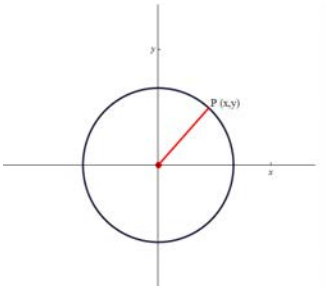


Imagen 4. La circunferencia

Además, cualquier recta que pasa por el centro de la circunferencia es un eje de simetría de la misma.

La elipse

La elipse es el lugar geométrico de los puntos del plano cuya suma de distancias a dos puntos fijos, F y F,' llamados focos es constante.

Si tomamos como eje de abscisas la recta que pasa por los focos y como origen de coordenadas el punto medio entre ellos, entonces podemos tomar como focos $F(c,0)$ y $F'(-c,0)$. Llamando $2a$ a la suma de las distancias constante, obtenemos:

$$\sqrt{(x-c)^2+y^2}+\sqrt{(x+c)^2+y^2}=2a.$$

Operando y haciendo el cambio $b^2=a^2-c^2$, la elipse centrada en el origen viene dada por:

$$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}=1,$$

donde a y b son los *semiejes de la elipse*. En general, la ecuación de la elipse centrada en un punto cualquiera $C'(x_0, y_0)$ viene dada por:



$$\frac{(x-x_0)^2}{a^2}+\frac{(y-y_0)^2}{b^2}=1$$

y en forma paramétrica:

$$x(t)=a(x_0+\cos t),$$

$$y(t)=b(y_0+\sin t), t\in[0,2\pi).$$

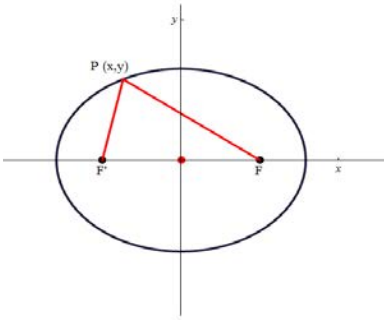


Imagen 5. La elipse

En este caso, las rectas $x=x_0$, $y=y_0$ son los ejes de simetría.

La hipérbola

La hipérbola *es el lugar geométrico de los puntos del plano cuya resta de distancias a dos puntos fijos, F y F,' llamados focos es constante.*

De forma análoga al caso anterior, tomando como eje de abscisas la recta que pasa por los focos y como origen de coordenadas el punto medio entre ellos, podemos tomar como focos los puntos F$(c,0)$ y F'$(-c,0)$. Llamando $2a$, a la resta de las distancias constante, se tiene que:

$$\left|\sqrt{(x-c)^2+y^2}-\sqrt{(x+c)^2+y^2}\right|=2a.$$

Así, operando y haciendo el cambio $b^2=c^2-a^2$, obtenemos que la hipérbola centrada en el origen viene dada por:

$$\frac{x^2}{a^2}-\frac{y^2}{b^2}=1.$$

En general, la ecuación de la hipérbola centrada en un punto $C'(x_0,y_0)$ viene dada por:

$$\frac{(x-x_0)^2}{a^2}-\frac{(y-y_0)^2}{b^2}=1$$



y su ecuación en coordenadas paramétricas:

$$x(t)=a(x_0+\cosh t),$$

$$y(t)=b(y_0+\sinh t).$$

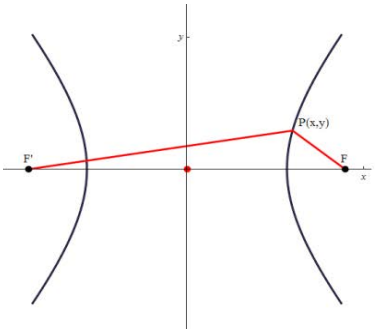


Imagen 6. La hipérbola

En este caso, las rectas $x=x_0$, $y=y_0$ son sus ejes de simetría.

La parábola

La parábola es el lugar geométrico de los puntos del plano que equidistan de un punto fijo llamado foco y de una recta llamada directriz.

En este caso, tomaremos como eje de ordenadas la recta que pasa por el foco y es perpendicular a la directriz y como eje de abscisas la recta paralela a la directriz que equidista de ésta y del foco. Así, tomamos $F(0,p/2)$ y como directriz la recta $y=-p/2$, siendo p la distancia entre el foco y la recta. Por tanto, la ecuación de la parábola centrada en el origen viene dada por:

$$y^2=2px.$$

Si la parábola está centrada en un punto cualquiera $C'(x_0,y_0)$, entonces obtendremos $(y-y_0)^2=2p(x-x_0)$, y en forma paramétrica:

$$x(t)=\frac{(t-y_0)^2}{2p}+x_0, \; y(t)=t.$$

En este caso, el eje de simetría es $x=x_0$. Además, el punto $V(a,b)$ perteneciente al eje de simetría y que equidista de la directriz y el foco se llama *vértice* de la parábola.



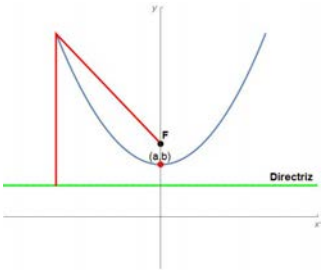


Imagen 7. La parábola

2. Cuádricas de revolución

Una cuádrica de revolución es una superficie generada por una cónica cuando ésta gira alrededor de un eje en el espacio contenido en su mismo plano.

Veamos, dependiendo de la cónica, que cuádrica obtenemos. En los siguientes casos tomaremos como eje de rotación el eje z y veremos la curva que se obtiene al intersecar la cuádrica con un plano paralelo a alguno de los planos coordenados: XY, XZ, YZ. En lo que sigue, nuevamente tomaremos los puntos en $\mathbb{R}^2$ y las variables en $\mathbb{R}$.

Paraboloide

Es la superficie generada por una parábola cuando ésta gira en el espacio alrededor de su eje de simetría.

Si tomamos como parábola $z = x^2$, obtenemos que la ecuación del paraboloide viene dada por:

$$x^2 + y^2 = z.$$

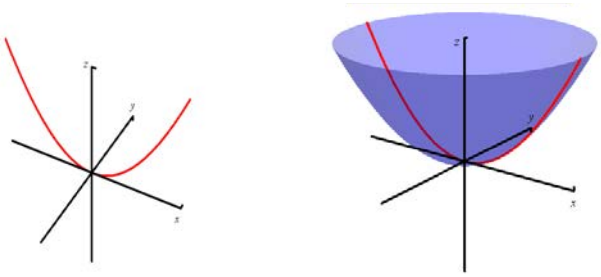


Imagen 8. Paraboloide generado por la rotación de la parábola

En este caso el paraboloide está centrado en el origen y sus secciones planas son parábolas o circunferencias.



El caso más general se obtiene cuando el paraboloide está centrado en un punto (x_0, y_0, z_0) y sus secciones son parábolas o elipses. En este caso, se llama *paraboloide elíptico* y su expresión viene dada por:

$$\frac{(x-x_0)^2}{a^2}+\frac{(y-y_0)^2}{b^2}=z-z_0.$$

Elipsoide

Superficie de revolución generada por la rotación en el espacio de una elipse alrededor de uno de sus ejes de simetría.

Si la elipse está centrada en un (x_0, y_0, z_0), el elipsoide se puede expresar como:

$$\frac{(x-x_0)^2}{a^2}+\frac{(y-y_0)^2}{b^2}+\frac{(z-z_0)^2}{c^2}=1.$$

En este caso sus secciones son elipses. En el caso particular de que algún par de valores a, b, c coincidiera obtendríamos que una de las secciones sería circunferencias.

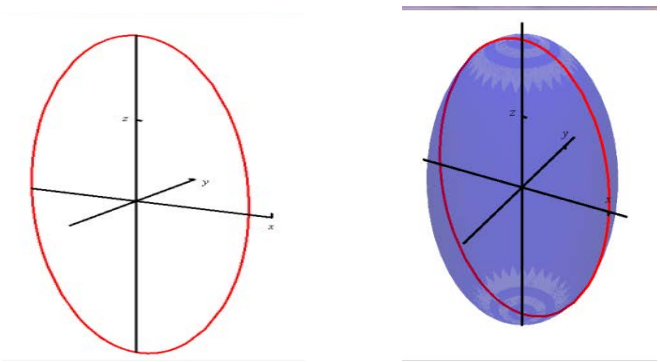


Imagen 9. Elipsoide generado por la rotación de la elipse

Y en el caso particular de que $a=b=c$, obtendríamos una esfera de radio a .

Hiperboloide de una hoja

Superficie de revolución generada por la rotación en el espacio de una hipérbola alrededor de uno de sus ejes de simetría.

Si la hipérbola está centrada en un punto (x_0, y_0, z_0), el hiperboloide se puede expresar como:

$$\frac{(x-x_0)^2}{a^2}+\frac{(y-y_0)^2}{b^2}-\frac{(z-z_0)^2}{c^2}=1.$$



En este caso sus secciones planas son hipérbolas y elipses. En el caso particular de que $a = b$ las secciones serían hipérbolas y circunferencias.

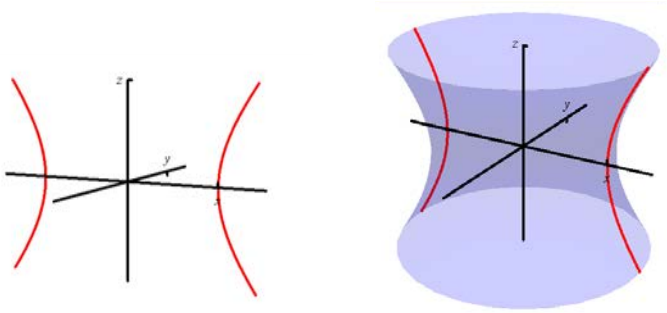


Imagen10. Elipsoide generado por la rotación de la elipse

Hiperboloide de dos hojas

Superficie de revolución generada por la rotación en el espacio de una hipérbola alrededor de uno de sus ejes de simetría.

Si la hipérbola está centrada en un punto (x_0, y_0, z_0), el hiperboloide se puede expresar como:

$$\frac{(x-x_0)^2}{a^2}+\frac{(y-y_0)^2}{b^2}-\frac{(z-z_0)^2}{c^2}=-1.$$

En este caso sus secciones planas son hipérbolas y elipses. En el caso particular de que $a = b$ las secciones sería hipérbolas y circunferencias.

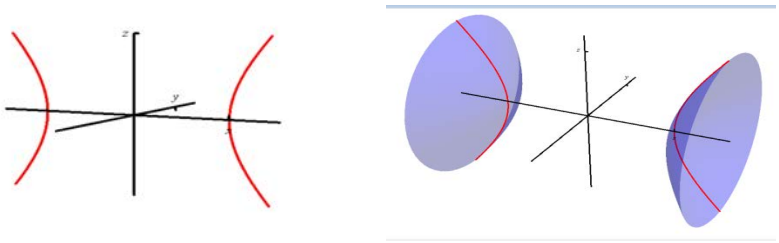


Imagen 11. Hiperboloide de dos hojas obtenido por la rotación sobre el eje X

Cono

Al principio ya hemos visto cómo generar el cono a través del movimiento de una recta en el espacio. La expresión del cono centrado en un (x_0, y_0, z_0) viene dada por:



$$\frac{(x-x_0)^2}{a^2}+\frac{(y-y_0)^2}{b^2}=\frac{(z-z_0)^2}{c^2}.$$

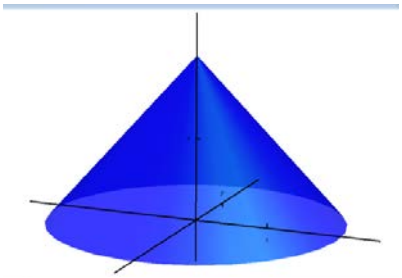


Imagen 12. El cono

En este caso, sus secciones serán elipses o circunferencias cuando $a=b$ e hipérbolas.

3. Las superficies seccionadas

La técnica de construir superficies en papel a través de sus secciones se remonta a finales del siglo XIX. Olaus Henrici (1840-1918), quien fuera profesor del Bedford College en Londres y más tarde presidente de la London Mathematical Society, envió a un encuentro de matemáticos en Göttingen unos modelos de superficies de segundo orden hechos con cartulina. Su idea consistía en seccionar una superficie de manera que cada corte pudiera servir después como pieza para reproducir el modelo real en cartulina.

Por entonces, Alexander Von Brill (1842-1935) y Felix Klein (1849-1925) habían comenzado a trabajar juntos en la universidad de Múnich y juntos montaron un laboratorio de matemáticas donde diseñaron una gran variedad de modelos basándose en la idea de Henrici. Algunos de ellos fueron diseñados por sus estudiantes, como Walther von Dyck (1856-1934), alumno de doctorado de Klein y más tarde cofundador del Museo de Ciencias Naturales y Tecnología de Múnich. Von Dyck diseñó una gran cantidad de estos modelos que, junto con los de Klein y von Brill comenzaron a comercializarse en la empresa familiar de von Brill. La empresa y su sucesora Martin Schilling llegaron a comercializar más de 400 modelos de superficies que se distri-buyeron por todo el mundo y que estaban construidos en diferentes materiales como papel, escayola o metal. Sin embargo, debido al elevado precio de los modelos y a la crisis que

esta atravesando Europa en plena Primera Guerra Mundial, la empresa cerró un tiempo después y dejó de vender los modelos. Actualmente, muchos museos y universidades conservan algunos de estos modelos y los tienen expuestos en sus páginas web como la Universidad hebrea de Jerusalén, la universidad de Groningen o el museo de ciencias de Londres.



Imagen 13. Hiperboloide construido con círculos expuesto en el museo de ciencias de Londres

El uso de modelos reales de superficies quedó en el olvido hasta finales del siglo pasado cuando John Sharp ([4], [5]) creó una técnica que denominó *Sliceforms* o superficies seccionadas. La técnica consistía en cortar una superficie con dos familias de planos perpendiculares y, simplemente por estética, igualmente espaciados.

Por ejemplo, consideremos la esfera de ecuación $x^2+y^2+z^2=1, x, y, z \in \mathbb{R}$ y queremos calcular su intersección con las familias de planos de ecuación $x=0.2k, y=0.2k, k \in \mathbb{N}, k \in [-4,4]$. Calcular la intersección consiste en resolver los siguientes sistemas de ecuaciones:

$$\begin{cases} x^2+y^2+z^2=1, \\ x=0.2k \end{cases}$$

y

$$\begin{cases} x^2+y^2+z^2=1, \\ y=0.2k \end{cases}$$

Como es trivial, la solución nos darán dos familias de circunferencias en función del parámetro k. Más aún, gracias a la simetría de la propia superficie, podemos calcular únicamente la intersección para $k \in [0,4]$. Una vez obtenidas las circunferencias, nos falta añadir los cortes por donde irán encajadas las piezas. En una de las familias los cortes irán de abajo hasta la mitad de la pieza y en la otra familia de la mitad hasta arriba.



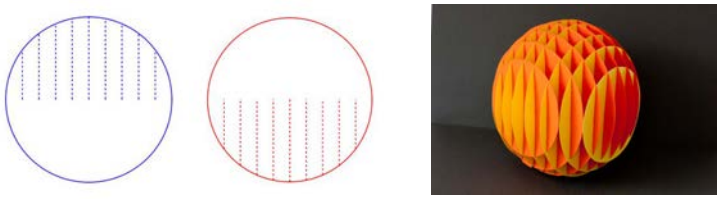


Imagen 14. Pieza para la construcción de la esfera (izda.) y el modelo ya construido (dcha.)

Así, esta técnica nos permite construir casi cualquier modelo de superficie. Veamos algunas imágenes de modelos diseñados usando esta técnica. Las piezas para construir estos y otros modelos se pueden descargar en [3].

Cono

Cono de ecuación $x^2+y^2=z^2, x, y, z \in \mathbb{R}$.

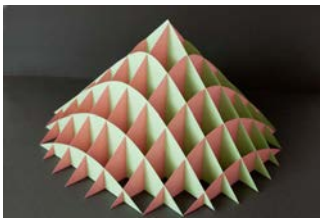


Imagen 15. Cono

Hiperboloide

Hiperboloide de ecuación $x^2+y^2-z^2=1, x, y, z \in \mathbb{R}$.



Imagen 16. Hiperboloide

Paraboloide

Paraboloide de ecuación $x^2+y^2=z, x, y, z \in \mathbb{R}$.





Imagen 17. Paraboloide

4. Volumen de una superficie por sumas de Riemann.

Como ya sabemos, la fórmula para calcular el volumen de un cuerpo está basado en sumas de Riemann. Supongamos que queremos calcular el volumen de una superficie como la siguiente imagen:

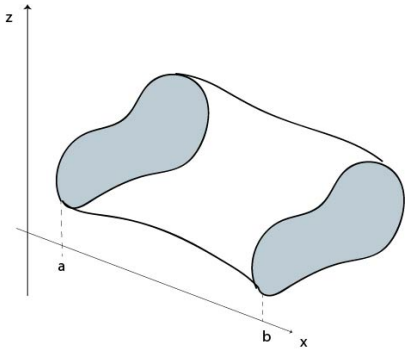


Imagen 18. Superficie

Para ello, supongamos que conocemos el área de cada una de sus secciones y la denotaremos por $A(x_k), k \in \mathbb{N}$.

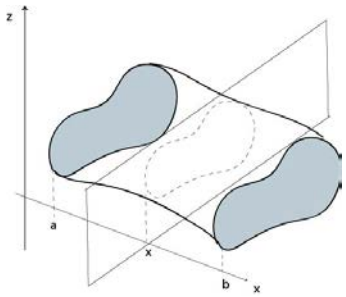


Imagen 19. Sección de la superficie

Tomamos ahora una partición del intervalo [a, b] de la forma:

$$a = x_0 < x_1 < x_2 < \ldots < x_n = b$$

y cortamos la superficie con planos de forma $X = x_k, k \in [0, n], k \in \mathbb{N}$.



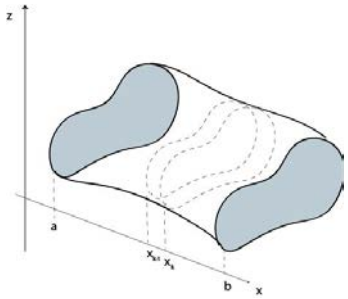


Imagen 20. Sección de la superficie por dos planos

Ahora, aproximando la porción de superficie contenida entre dos secciones a un cilindro:

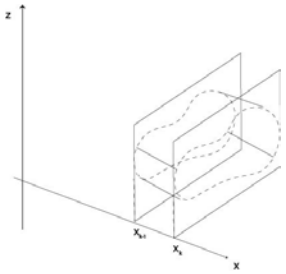


Imagen 21. Aproximación entre dos secciones a un cilindro

Podemos calcular su volumen utilizando la fórmula del volumen del cilindro:
V= Área de la base x Altura.

En nuestro caso tendremos:

$$V(x_k)=A(x_k)(x_k-x_{k-1}),k\in\mathbb{N}$$

Así, una aproximación al volumen de nuestra superficie viene dada por:

$$V=\sum_{k=1}^{n}A(x_k)(x_k-x_{k-1}),k\in\mathbb{N}$$

Como ya sabemos, haciendo tender a cero la distancia entre los planos obtenemos por Riemann que:

$$V=\lim_{n\to\infty}\sum_{k=1}^{n}A(x_k)(x_k-x_{k-1})=\int_a^b A(x),k\in\mathbb{N}$$

siendo $A(x):[a,b]\to R$ la función que a cada valor de x le asigna el valor del área de su sección.

4.1 Aproximación al volumen de una superficie utilizando superficies seccionadas



Basándonos en la definición de la integral por sumas de Riemann y utilizando las superficies seccionadas podemos hacer una aproximación al volumen de una superficie. Veamos, a través de un ejemplo, cómo utilizar este material en clase de los alumnos.

Supongamos que queremos aproximar el volumen de la esfera mostrada anteriormente. En este caso, la esfera ha sido cortada por 9 planos a una distancia de 2cm entre ellos:

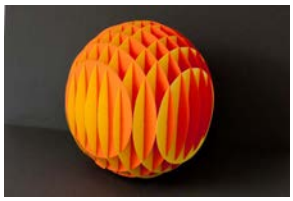


Imagen 22. Esfera

Lo primero que debe hacer el alumno es calcular el radio de cada uno de los círculos que forman las piezas. Gracias a la simetría de la propia superficie obtenemos 5 círculos de diferentes radios, que en nuestro modelo impreso son 8'8cm, 8'5cm, 7'8cm, 6'4cm y 3,6cm respectivamente.

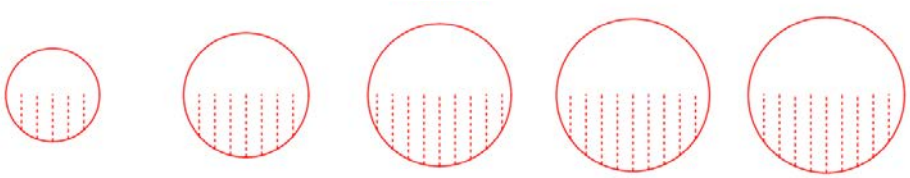


Imagen 23. Los 5 círculos de la esfera

Tomando el círculo de mayor radio, calculamos el volumen real de la esfera que vendrá dado por:

$$V = \frac{4}{3}\pi\, r^3 = \frac{4}{3}\pi\, 8'8^3 \approx 2854\,,54\, cm^3.$$

Veamos, a través de la sumas de Riemann el valor aproximado que obtenemos para el volumen. Usando la fórmula del volumen del cilindro:

$$V = \pi r^2 h,$$

siendo h la altura del cilindro (en nuestro caso $h = 2\ cm$), calculamos los 5 volúmenes:

$$V_1 = \pi\, 8'8^2 * 2 = 486\,,56\ cm^3,$$



$$V_2 = \pi\ 8'5^2 * 2 = 453{,}96\ cm^3,$$

$$V_3 = \pi\ 7'8^2 * 2 = 382{,}26\ cm^3,$$

$$V_4 = \pi\ 6'4^2 * 2 = 257{,}26\ cm^3,$$

$$V_5 = \pi\ 3'6^2 * 2 = 81{,}43\ cm^3.$$

Así, por la simetría de la esfera obtenemos que el volumen a aproximado obtenido es:

$$V_T = 2\left(V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5\right) = 3322{,}94\ cm^3,$$

lo que nos ha dado un error de aproximación del 16'4%. El procedimiento puede repetirse tomando el mismo modelo de superficie pero disminuyendo la distancia entre cada plano y así comparar las dos aproximaciones.

Así, siempre y cuando utilicemos superficies que el alumno pueda calcular el área de sus secciones, podemos aproximar su volumen utilizando las superficies seccionadas.

Por ejemplo, repitiendo la actividad utilizando las plantillas de paraboloide, el cilindro, el elipsoide o el hiperboloide (todos ellos circulares) un alumno de secundaria podría calcular fácilmente la aproximación a su volumen, ya que en estos casos sus secciones con los planos $Z = k\,,\ k \in \mathbb{R}$ son circunferencias.

Referencias

[1] Monera, M. G. y Monterde, J. (2011). Building a Torus with Villarceau Sections. Journal of Geometry and Graphics, n.º. 15, pp. 41-47.

[2] Monera, M. G. (2013). Slicing Surfaces with Mathematica. En Koninklijke Vlaamse Academie Van Belgie Voor Wetenschappen En Kunsten, Capítulo 7, pp. 49-56. Bruselas.

[3] Monera, M. G. Página web: www.uv.es/monera2

[4] Sharp, J. (1995). Sliceforms: Mathematical Models from Paper Sections. Tarquin Publications.

[5] Sharp, J. (2004). Surfaces: Explorations with Sliceforms. Tarquin Publications.



COMUNICACIONS

Agenda 2030: Proyecto ABP "Almuerzo saludable"

Josefa López Vila[1], Raquel Domingo Corral[2]
lopezvilaj@yahoo.es , domingo_raquel@hotmail.com
IES Clara Campoamor. Alaquàs[1] [2]

Modalidad: Comunicación.

Nivel educativo: Educación Secundaria Obligatoria.

Resumen

Este proyecto se ha realizado en el IES Clara Campoamor de Alaquàs (Valencia) y se engloba dentro del ***Proyecto Erasmus +: " Agenda 2030: That's our challenge"***

La Agenda 2030 para el desarrollo sostenible *es un plan de acción para las personas, el planeta y la prosperidad que busca fortalecer unos objetivos que son requisito indispensable para conseguir este desarrollo. Este trabajo debe ser en común para cambiar el mundo hacia un camino sostenible realizando un* ***viaje colectivo en el que nadie debe quedarse atrás****.*

Nuestro ***objetivo*** *es inculcar unos hábitos de vida, a través de un almuerzo saludable envuelto en envases reutilizables y consumo de fruta, que se engloba en el objetivo 3 de la Agenda 2030 (alimentación y vida saludable). El alumnado implicado en este trabajo cursa Enseñanza Secundaria Obligatoria.*

La ***metodología*** *utilizada es el* ***aprendizaje basado en proyectos****. Es un modelo de enseñanza fundamentado en la utilización de proyectos auténticos y realistas, basados en una cuestión, tarea o problema altamente motivador.*

Como ***conclusión****, el alumnado cree que su alimentación es saludable pero que cuesta cambiar el hábito alimentario en el almuerzo. También considera que es necesario que se lleven a cabo estos proyectos, ya que sirven para concienciar de los problemas de salud actuales. Además de ayudar a concienciar sobre la alimentación que están realizando, no hay que olvidar la importancia de traer el almuerzo en envases reutilizables para evitar el uso indiscriminado de papel de aluminio y plásticos que contaminan el medio ambiente.*

Palabras clave: ERASMUS, Agenda 2030, ABP, almuerzo saludable.





Índice

1. INTRODUCCIÓN 3
2. OBJETIVOS 3
3. CONTENIDOS, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y COMPETENCIAS DEL CURRÍCULUM 3
4. ACTIVIDADES REALIZADAS A LO LARGO DEL PROYECTO 5
5. TEMPORALIZACIÓN 5
6. ELECCIÓN DE LOS RECURSOS 6
7. DIFUSIÓN 6
8. EVALUACIÓN 6
8.1. Resultados de la evaluación de las rúbricas 6
8.2. Resultados encuestas del proyecto 14
8.2.1. Encuesta alimentaría inicial 14
8.2.2. Encuesta evaluación final 20
9. INFORME FINAL 23
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 24



1. Introducción

La Agenda 2030 para el desarrollo sostenible es un plan de acción para las personas, el planeta y la prosperidad que busca fortalecer unos objetivos que son requisito indispensable para conseguir este desarrollo.

Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible equilibran las tres dimensiones del desarrollo hacia el que pretendemos ir: el económico, el social y el ambiental.

Desde nuestro instituto estamos realizando el **Proyecto Erasmus +: "Agenda 2030: That's our challenge!"** en el cual desarrollamos varios objetivos de la agenda 2030. Este proyecto se desarrolla desde septiembre de 2017 hasta agosto de 2019, junto a otros 3 centros de Italia, Alemania y Grecia.

Este proyecto se desarrolla dentro de la asignatura de Cultura Científica de 4º ESO.

2. Objetivos

- Promover la alimentación saludable en el alumnado de 1º y 2º ESO, a través de los almuerzos saludables, establecer el miércoles como el día de la fruta y realizar un concurso.
- Trasmitir la importancia de traer el almuerzo en envases reutilizables para evitar el uso indiscriminado de papel de aluminio y plásticos que contaminan el medio ambiente.
- Estos objetivos se relacionan con los objetivos de la agenda 2030, más en profundidad con el objetivo 3 (Salud y bienestar), pero también con el 13 (lucha contra el cambio climático), 14 y 15 (flora y fauna acuáticas y terrestre).

3. Contenidos, criterios de evaluación y competencias del currículum

A continuación relacionamos los contenidos que se trabajan con el alumnado, con los criterios de evaluación con las competencias a desarrollar en el proyecto:



Contenidos	Criterios de evaluación	Competencias del Currículum
Análisis de la información científica. Importancia de la I+D en la vida cotidiana. Comunicación de conclusiones.	1. Interpretar textos orales y escritos de naturaleza científica procedentes de fuentes diversas para obtener información y reflexionar sobre el contenido. 2. Participar en intercambios comunicativos en el ámbito escolar utilizando un lenguaje no discriminatorio y de naturaleza científica. 3. Buscar y seleccionar información en diversas fuentes científicas de forma contrastada y organizar la información obtenida por medio de diversos procedimientos de presentación del contenido, tanto en papel como digitalmente. 4. Colaborar y comunicarse para construir un trabajo colectivo filtrando y compartiendo información y contenidos digitales, utilizando las herramientas de comunicación TIC. 5. Crear y editar contenidos digitales como documentos de texto o presentaciones multimedia con sentido estético utilizando aplicaciones informáticas o la web para la transmisión de la investigación científica. 6. Planificar trabajos o proyectos, individuales o colectivos, haciendo una previsión de recursos, tiempos ajustados a los objetivos propuestos, adaptándolos a cambios e imprevistos transformando las dificultades en posibilidades, evaluar con ayuda de guías el proceso, el producto final y comunicar de forma personal o grupal los resultados obtenidos. 7. Participar en equipos de trabajo pera conseguir metas comunes asumir diversos roles con eficiencia y responsabilidad, dar suporte a los compañeros/as demostrando empatía y reconociendo sus aportaciones y utilizado el dialogo igualitario pera resolver conflictos y discrepancias. 8. Presentar información y las conclusiones sobre un tema, comentar la investigación y el proceso de realización defendiendo en público las conclusiones, aplicando las buenas formas de conducta en la comunicación.	CCLI SIEE CCLI CAA CCLI CD CD CSC CD SIEE CAA SIEE CSC CCLI CD CSC
Vida y salud. Los problemas medioambientales: causas i consecuencias Implicaciones sociales presentes y futuras de los problemas medioambientales Sostenibilidad. Estilos de vida saludable. Alimentación y salud: dieta sana	9. Entender el concepto de salud que da la Organización Mundial de la Salud (OMS) para comprender la importancia de un estado completo de bienestar. 10. Establecer la relación entre los problemas medioambientales y sus causas para predecir sus consecuencias y plantear posibles soluciones. 11. Evaluar los impactos de la sobreexplotación de los recursos naturales, contaminación, desertización, tratamientos de residuos y pérdida de biodiversidad para proponer soluciones y actitudes personales y colectivas para paliarlos. 12. Realizar de forma eficaz trabajos o proyectos, que tengan como iniciativa emprender y proponer acciones, para los objetivos 2030, siendo conscientes de sus fortalezas y debilidades, mostrar curiosidad e interés durante el desarrollo del proyecto y con flexibilidad buscando soluciones alternativas. 13. Argumentar sobre la necesidad de una gestión sostenible de recursos. 14. Establecer la relación entre alimentación y salud, comparando los estilos de vida saludable con los que no lo son, para fomentar una dieta sana y una vida saludable.	CSC CMCT CMCT CSC CMCT CSC SIEE SIEE CAA CMCT CSC CSC CMCT

COMPETENCIAS DEL CURRÍCULUM	CCLI: Competencia comunicación lingüística.
CD: Competencia digital.	CAA: Competencia aprender a aprender.
CSC: Competencias sociales y cívicas.	SIEE: Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor.
CEC: Conciencia y expresiones culturales.	CMCT: Competencia matemática y competencias básicas en Ciencia y tecnología.



4. Actividades realizadas a lo largo del proyecto

Durante las primeras semanas del trimestre el alumnado elaborará un plan de acción en el que concretará:

1. Elaboración de una encuesta para conocer los hábitos alimentarios del alumnado de 1º y 2º ESO, centrado en almuerzos y desayunos, y posteriormente una propuesta de menús de almuerzos saludables al bar del instituto.

2. Establecer un día de la fruta a la semana, que se acuerda sea los miércoles.

3. Elaboración de un PowerPoint explicando el proyecto y en qué va a consistir el concurso, dirigido al alumnado que participa en el proyecto; y también la realización de talleres que promuevan la alimentación saludable

Una vez se hayan elaborado los materiales, el alumnado de 4º ESO CCI:

- Hablarán con los tutores/as de las aulas de 1º y 2º ESO para que motiven a su alumnado a ganar el concurso.
- Un grupo de alumnos/as de 4º de Cultura Científica se situarán en el hall para anotar aquellos que han traído un almuerzo saludable. Después de un mes, la clase que más almuerzos haya traído ganará un almuerzo gratis para toda la clase y para el tutor o tutora.

Al final de curso se les volverá a pasar una encuesta para saber si han cambiado sus hábitos alimentarios o no y con los datos de las diferentes encuestas se realizará el informe final.

5. Temporalización

El trabajo del proyecto se llevó a cabo:

- 2º trimestre del curso 2017-2018
- Final de curso (encuesta de cambios de hábitos alimentarios)

6. Elección de los recursos

Personas:

- Alumnado que desarrolla el proyecto: 4º ESO de la asignatura de Cultura Científica.



- Alumnado implicado en el proyecto: 1º y 2º ESO.
- Profesorado que coordina, participa y colabora: Profesora de Cultura Científica de 4º ESO, profesorado implicado en el proyecto Erasmus +: "Agenda 2030: That's our challenge!" y alumnado en prácticas del Máster en Profesorado de Educación Secundaria de la Universidad de Valencia.

7. Difusión

La difusión del trabajo se realizará tanto a nivel de transmisión personal al alumnado implicado como a través de los medios digitales que tiene a su disposición del proyecto Erasmus +: "Agenda 2030: That's our challenge!"

- Blog del proyecto: http://erasmusagenda2030thatsourchallenge.blogspot.com.es/
- Twinspace: https://twinspace.etwinning.net/45543/home
- Página web del instituto: http://iesclaracampoamor.edu.gva.es/
- Twitter: @multilingualcc, @iesccalaquas, @Ciencies_IESCC, @tecnocampoamor...

8. Evaluación

8.1. Resultados de la evaluación de las rúbricas

Para la evaluación se han utilizado rúbricas. **Evaluación anual de este proyecto dentro de Cultura Científica de 4º ESO:**

RÚBRICA PARA EVALUAR LA IMPLICACIÓN DEL ALUMNADO

Nombre: _____ Fecha: _____

Puntuaciones: _____

	EXCELENTE (9-10)	BUENO (7-8)	ADECUADO (5-6)	MEJORABLE (1-4)	VALORACIÓN
PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO	Realiza un uso adecuado de los materiales y los recursos disponibles de acuerdo con el procedimiento establecido por el grupo,	Usa los materiales y los recursos disponibles de acuerdo con el procedimiento establecido por el grupo, ajustándose al	Usa los materiales y los recursos disponibles con cierta dificultad para ajustarse al plazo previsto.	Usa los materiales y los recursos disponibles con dificultad y sin ajustarse al plazo previsto.	



	ajustándose al plazo previsto.	plazo previsto.			
RESPONSABILI-DAD	Comprende y asume sus responsabilidades y las de los demás, valorando especialmente el esfuerzo individual y colectivo.	Comprende y asume sus responsabilidades y las de los demás, reconociendo el esfuerzo individual y colectivo.	Comprende y asume sus responsabilidades, con alguna dificultad para valorar el esfuerzo individual y colectivo.	Elude sus responsabilidades y tiene dificultades para reconocer el esfuerzo individual y colectivo.	
PARTICIPACIÓN	Forma parte activa de las dinámicas establecidas por el grupo, generando propuestas que mejoran el aprendizaje cooperativo.	Forma parte de las dinámicas establecidas por el grupo, generando propuestas que mejoran el aprendizaje cooperativo.	Forma parte de las dinámicas establecidas por el grupo, y realiza alguna propuesta para mejorar el aprendizaje cooperativo.	Forma parte de las dinámicas establecidas por el grupo con la ayuda del docente.	
HABILIDADES SOCIALES	Interacciona con empatía y autocontrol, manteniendo una actitud respetuosa hacia otros puntos de vista y utilizando diferentes habilidades sociales que contribuyen a la cohesión.	Interacciona con empatía y autocontrol, manteniendo una actitud respetuosa hacia otros puntos de vista.	Interacciona manteniendo una actitud respetuosa hacia otros puntos de vista.	Interacciona con dificultades, necesitando ayuda para mantener actitudes respetuosas.	
GENERACIÓN Y PRESENTACIÓN DEL PRODUCTO	Contribuye de manera activa a la consecución de los logros en el trabajo grupal, responsabilizándose de su aportación en la presentación del producto conseguido.	Contribuye a la consecución de los logros en el trabajo grupal, responsabilizándose de su aportación en la presentación del producto conseguido.	Contribuye a la consecución de los logros en el trabajo grupal, con alguna dificultad para responsabilizarse de su aportación en la presentación del producto conseguido.	Contribuye algo a la consecución de los logros en el trabajo grupal, con dificultades para responsabilizarse de su aportación en la presentación del producto conseguido.	
BÚSQUEDA DE LA INFORMACIÓN	Utiliza correctamente los recursos y/o medios a su alcance para buscar toda la información.	Utiliza algún recurso y/o medio a su alcance para buscar toda la información.	Utiliza algún recurso y/o medio a su alcance para buscar parte de la información.	Utiliza algún recurso y/o medio para buscar la información con la ayuda del docente o de otro alumno/a.	
OBTENCIÓN DE LA	Obtiene todos los datos necesarios para dar respuesta	Obtiene bastantes datos para dar	Obtiene algunos datos para dar	Obtiene algunos datos con la ayuda del docente o de	



INFORMACIÓN	a la actividad, ajustándose a los tiempos establecidos.	respuesta a la actividad, ajustándose a los tiempos establecidos.	respuesta a la actividad, con dificultades para ajustarse a los tiempos establecidos.	otro alumno/a sin ajustarse a los tiempos establecidos.	
TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	Analiza la información obtenida de las fuentes consultadas, extrayéndola de manera rigurosa y ordenándola sistemáticamente.	Analiza la información obtenida de las fuentes consultadas, extrayéndola y ordenándola correctamente .	Analiza parte de la información obtenida de las fuentes consultadas, ordenándola de manera adecuada.	Realiza con apoyo alguna de las tareas correspondientes al tratamiento y análisis de la información.	
INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	Realiza valoraciones y/o emite juicios sobre la información obtenida de un modo riguroso.	Realiza valoraciones y/o emite juicios sobre la información obtenida.	Realiza alguna interpretación sobre la información obtenida.	Realiza alguna interpretación con la ayuda del docente o de otro alumno/a.	
EXPOSICIÓN DE CONCLUSIONES	Expone/presenta los principales hallazgos de la búsqueda y tratamiento de la información realizado de manera clara, rigurosa y coherente respecto a los datos obtenidos.	Expone/presenta los principales hallazgos de la búsqueda y tratamiento de la información realizado.	Expone/presenta algunos hallazgos de la búsqueda y tratamiento de la información realizado.	Expone con mucha dificultad alguna de las informaciones obtenidas.	

PUNTUACIÓN FINAL: _____

Firma del estudiante: _____Fecha: _____

La rúbrica para evaluar la **implicación del alumnado** en cultura científica ha dado los siguientes resultados:

Valoración Excelente (9-10): 100%

Valoración bueno (7-8): 0%

Valoración adecuado (5-6): 0%

Valoración mejorable (1-4): 0%



RÚBRICA PARA EVALUAR EL TRABAJO EN EQUIPO

Nombre del estudiante	CRITERIOS				PUNTUACIÓN FINAL
	1	2	3	4	
Equipo:					

Criterios de Evaluación	PUNTUACIONES		
	3 Excelente	**2 Bueno**	**1 Regular**
1. Aprendizajes previos	Siempre relaciona sus conocimientos previos, construye y reflexiona su proceso de aprendizaje.	Casi siempre relaciona sus conocimientos previos, construye y reflexiona su proceso de aprendizaje.	Casi nunca relaciona sus conocimientos previos, construye y reflexiona su proceso de aprendizaje.
2. Participación	Siempre han participado muy activamente aportando ideas haciendo observaciones muy interesantes hasta conseguir óptimos resultados.	Casi siempre han participado muy activamente aportando ideas haciendo observaciones muy interesantes hasta conseguir óptimos resultados.	Casi nunca han participado muy activamente aportando ideas haciendo observaciones muy interesantes hasta conseguir óptimos resultados.
3. responsabilidad individual	Siempre han hecho su parte de trabajo individual, siempre han explicado a los compañeros/as, siempre han defendido sus puntos de vista. Siempre han aceptado críticas y sugerencias.	Casi siempre han hecho su parte de trabajo individual, casi siempre han explicado a los compañeros/as, casi siempre han defendido sus puntos de vista. Casi siempre han aceptado críticas y sugerencias.	Casi siempre han hecho su parte de trabajo individual, casi siempre han explicado a los compañeros/as, casi siempre han defendido sus puntos de vista. Casi siempre han aceptado críticas y sugerencias.
4. Resolución de conflictos	En momento de desacuerdo, siempre argumentaron sus opiniones, escucharon y valoraron las de los demás y llegaron a un consenso satisfactorio para todos.	En momento de desacuerdo, casi siempre argumentaron sus opiniones, escucharon y valoraron las de los demás y llegaron a un consenso satisfactorio para todos.	En momento de desacuerdo, casi nunca argumentaron sus opiniones, escucharon y valoraron las de los demás y llegaron a un consenso satisfactorio para todos.

PUNTUACIÓN FINAL: _____

Firma del estudiante: _____Fecha: _____

La rúbrica para evaluar el **trabajo en equipo** en cultura científica ha dado los siguientes resultados:
Valoración excelente (3): 100%
Valoración buena (2): 0%
Valoración regular (1): 0%



RÚBRICA PARA EVALUAR EL TRABAJO ANUAL DE CULTURA CIENTÍFICA

Nombre: _____ Fecha: _____

Puntuaciones: _____

Criterios de Evaluación	4	3	2	1
Puntuación	No hay faltas de ortografía ni errores gramaticales.	Tres ó menos faltas de ortografía y/o errores de puntuación.	Cuatro errores de ortografía y/o errores gramaticales.	Más de cuatro errores de ortografía y de gramática.
Organiza-ción	Contenido bien organizado usando títulos y listas para agrupar el material relacionado.	Usó títulos y listas para organizar, pero la organización en conjunto de tópicos aparenta debilidad.	La mayor parte del contenido está organizado lógicamente.	La organización no estuvo clara o fue lógica. Sólo muchos hechos
Presentación Oral	Interesante y muy bien presentada.	Relativamente interesante; presentada con bastante propiedad.	Algunos problemas en la presentación, pero fue capaz de mantener el interés de la audiencia.	Mal presentada y no logró la atención de la audiencia.
Originalidad	El producto demuestra gran originalidad. Las ideas son creativas e ingeniosas.	El producto demuestra cierta originalidad. El trabajo demuestra el uso de nuevas ideas y de perspicacia.	Usa ideas de otras personas (dándoles crédito), pero no hay casi evidencia de ideas originales.	Usa ideas de otras personas, pero no les da crédito.
Cantidad de Trabajo	La cantidad de trabajo es dividida equitativamente y compartida por todos los miembros del grupo.	La cantidad de trabajo es dividida y compartida equitativamente entre los miembros del equipo.	Una persona en el grupo no hizo su parte del trabajo.	Varias personas en el grupo no hicieron su parte del trabajo.



Contenido	Cubre los temas a profundidad con detalles y ejemplos. El conocimiento del tema es excelente.	Incluye conocimiento básico sobre el tema. El contenido parece ser bueno	Incluye información esencial sobre el tema, pero tiene 1-2 errores en los hechos.	El contenido es mínimo y tiene varios errores en los hechos.
Requisitos	Cumplió con todos los requisitos. Excedió las expectativas.	Todos los requisitos fueron cumplidos.	No cumple satisfactoria-mente con un requisito.	Más de un requisito no fue cumplido satisfactoria-mente.
¿Ha sido motivadora la asignatura?	Mucho	Normal	Poco	Nada

PUNTUACIÓN FINAL: _____

Firma del estudiante: _____Fecha: _____

La rúbrica para evaluar el **trabajo anual de cultura científica** ha dado los siguientes resultados:

Valoración excelente (4): 40%

Valoración buena (3): 40%

Valoración adecuada (2): 10%

Valoración mejorable (1): 10%



8.2. Resultados encuestas del proyecto

8.2.1. Encuesta alimentaría inicial

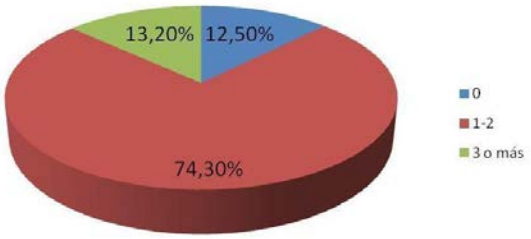
Erasmus +. Proyecto "Agenda 2030: That's our challenge!"

1º y 2º ESO: 136 alumnos/as

ENCUESTA ALIMENTARÍA

1. ¿Cuántas piezas de fruta comes diariamente?

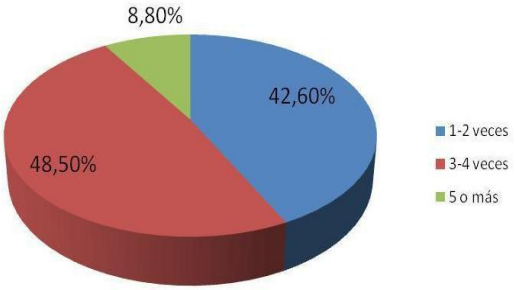
0	17 (**12,5%**)
1-2	101 (**74,3%**)
3 o más	18 (**13,2%**)



Gráfica 1: Piezas de fruta al día

2. ¿Cuántas veces por semana comes carne?

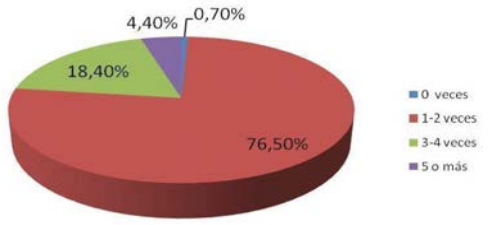
1-2 veces	58 (**42,6%**)
3-4 veces	66 (**48,5%**)
5 o más	12 (**8,8%**)



Gráfica 2: Carne a la semana

3. ¿Cuántas veces por semana comes pescado?

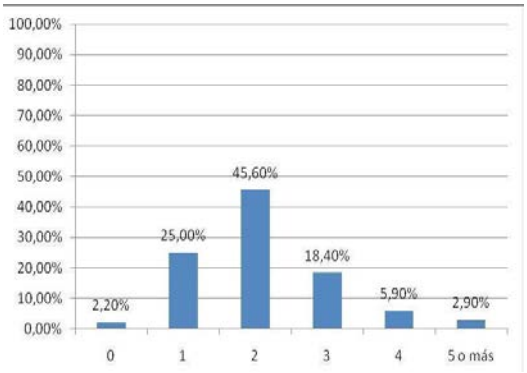
0 veces	1 (**0,7%**)
1-2 veces	104 (**76,5%**)
3-4 veces	25 (**18,4%**)
5 o más	6 (**4,4%**)



Gráfica 3: Pescado a la semana

4. ¿Cuántas veces a la semana comes legumbre?

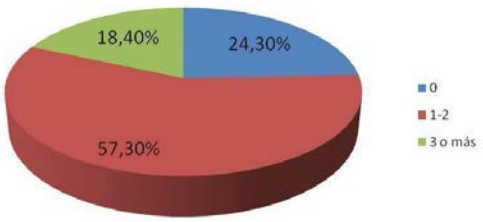
0	3 (**2,2%**)
1	34 (**25,0%**)
2	62 (**45,6%**)
3	25 (**18,4%**)
4	8 (**5,9%**)
5 o más	4 (**2,9%**)



Gráfica 4: Legumbres a la semana

5. Cuántas piezas de verdura comes diariamente?

0	33 (**24,3%**)
1-2	78 (**57,3%**)
3 o más	25 (**18,4%**)

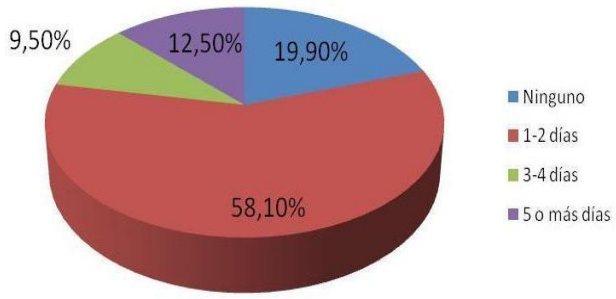


Gráfica 5: Piezas de verdura al día



6.¿Cuántos días a la semana comes bollería industrial?

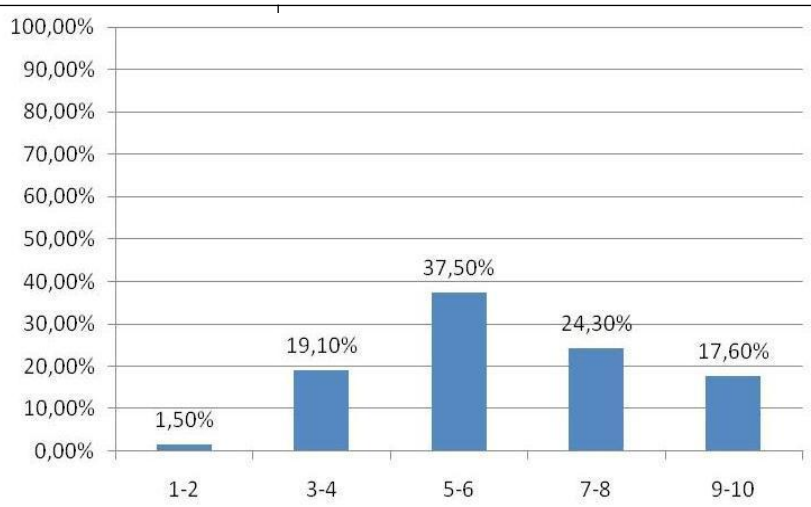
Ninguno	27 (**19,9%**)
1-2 días	79 (**58,1%**)
3-4 días	13 (**9,5%**)
5 o más días	17 (**12,5%**)



Gráfica 6: Bollería industrial a la semana

7. ¿Cuántos vasos (200 ml) de agua bebes al día?

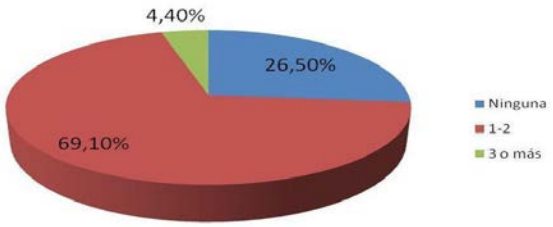
1-2	2 (**1,5%**)
3-4	26 (**19,1%**)
5-6	51 (**37,5%**)
7-8	33 (**24,3%**)
9-10	24 (**17,6%**)



Gráfica 7: Vasos de agua al día

8. ¿Cuántas veces consumes comida rápida a la semana?

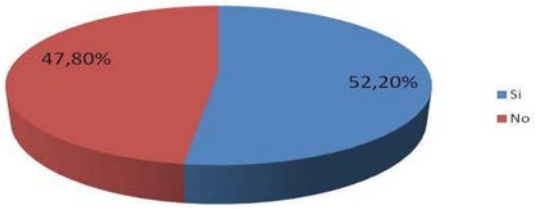
Ninguna	36 (**26,5%**)
1-2	94 (**69,1%**)
3 o más	6 (**4,4%**)



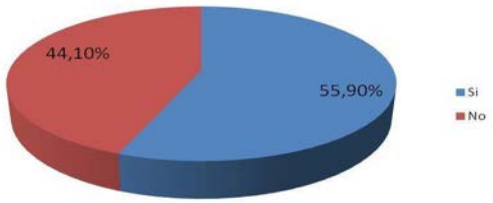
Gráfica 8: Comida rápida a la semana



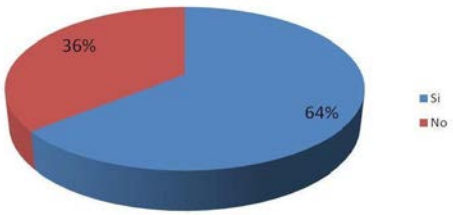
9. ¿Consumes comida precocinada (yatekomo, lasaña congelada...)?

Si 71 (**52,2%**) No 65 (**47,8%**)	 **Gráfica 9: Consumo de comida precocinada**

10. ¿Picoteas entre horas?

Si 76 (**55,9%**) No 60 (**44,1%**)	 **Gráfica 10: Picoteo entre horas**

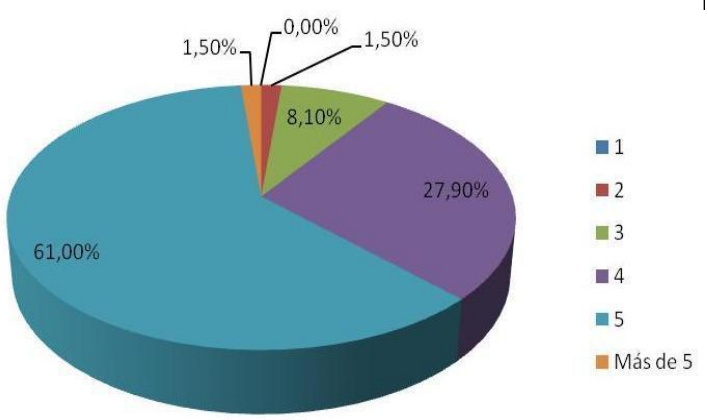
11. ¿Sueles tomar bebidas azucaradas?

Si 87 (**64%**) No 49 (**36%**)	 **Gráfica 11. Bebidas azucaradas**



12. ¿Cuántas comidas realizas al día?

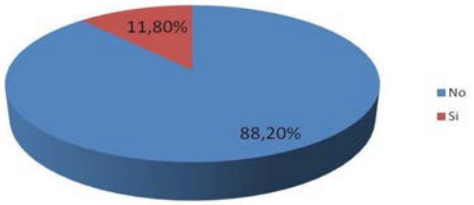
1	0 (**0,0%**)
2	2 (**1,5%**)
3	11 (**8,1%**)
4	38 (**27,9%**)
5	83 (**61,0%**)
+ 5	2 (**1,5%**)



Gráfica 12: Número de comidas al día

13. ¿Sigues alguna dieta específica?

No	120 (**88,2%**)
Si	16 (**11,8%**)

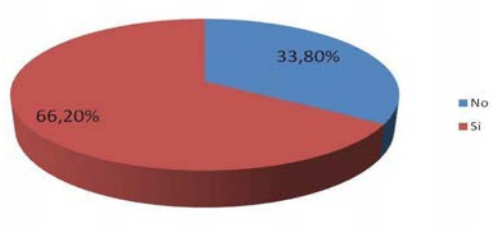


Gráfica 13: Realización de dieta específic



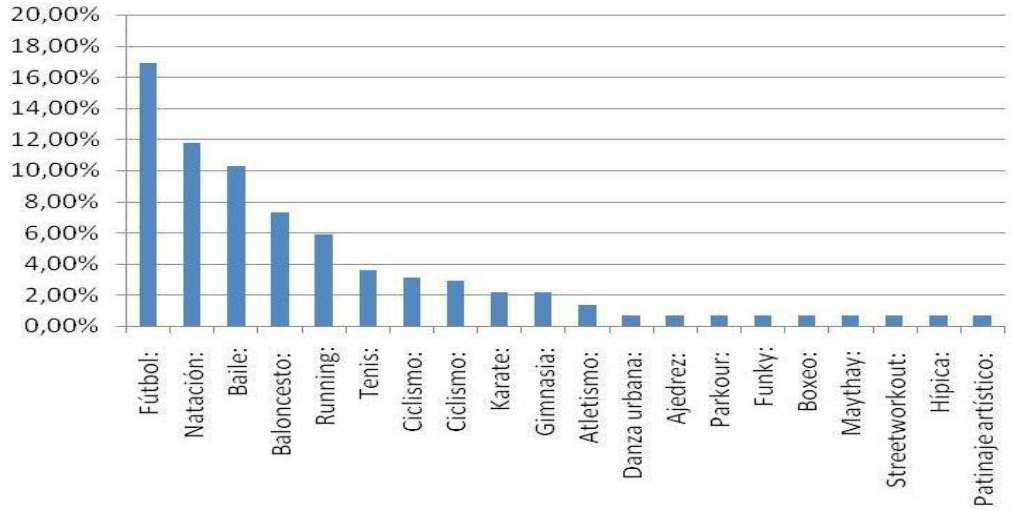
14. ¿Prácticas algún deporte?

No	46 (**33,8%**)
Si (Especifica cual)	90 (**66,2%**)



Gráfica 14: Práctica de deporte

Danza urbana: 1 (**0,7%**)
Ajedrez: 1 (**0,7%**)
Fútbol: 23 (**16,9%**)
Karate: 3 (**2,2%**)
Ciclismo: 2 (**3,125%**)
Baile: 14 (**10,3%**)
Atletismo: 2 (**1,4%**)
Parkour: 1(**0,7%**)
Natación: 16 (**11,8%**)
Funky: (**0,7%**)
Boxeo: 1(**0,7%**)
Maythay: 1 (**0,7%**)
Ciclismo: 4 (**2,9%**)
Streetworkout: 1 (**0,7%**)
Hípica: 1 (**0,7%**)
Tenis: 5 (**3,6%**)
Gimnasia: 3 (**2,2%**)
Baloncesto: 10 (**7,3%**)
Running: 8 (**5,9%**)
Patinaje artístico: 1 (**0,7%**)



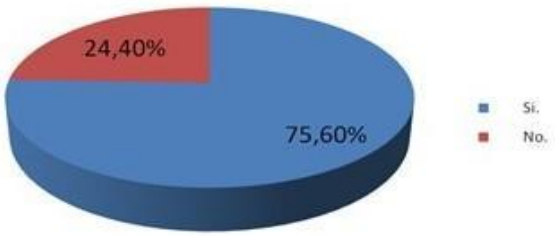
Gráfica 15: Tipo de deporte que se practica

8.2.2. Encuesta evaluación final

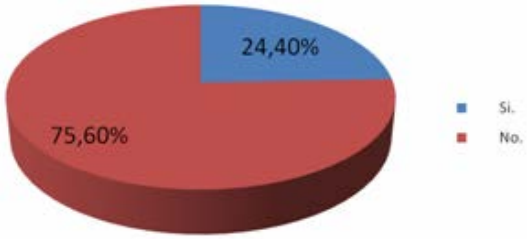
Erasmus +. Proyecto "Agenda 2030: That's our challenge!" 1º y 2º ESO: 127 alumnos/as

EVALUACIÓN PROYECTO: "ALMUERZO SALUDABLE"

1. ¿Antes de las encuestas o del concurso tenías una alimentación saludable?

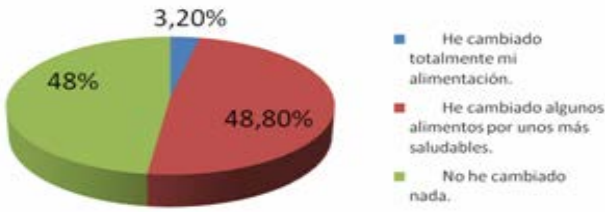
Si 96 (**75,6%**) No 31 (**24,4%**)	 **Gráfica 16: Alimentación saludable antes del concurso**

2. Una vez finalizado el concurso, ¿cambiasteis vuestro hábito alimentario en el almuerzo?

Si 31 (**24,4%**) No 96 (**75,6%**)	 **Gráfica 17: Cambio de tipo de almuerzo después del concurso**

3. ¿Cuánto has cambiado tú alimentación?

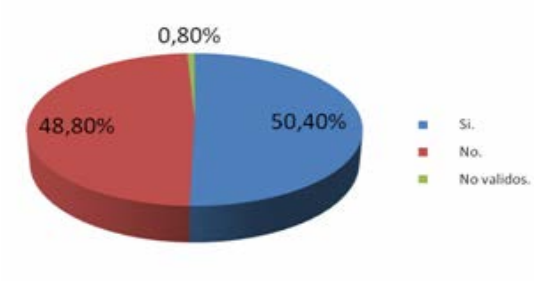
He cambiado totalmente mi alimentación.	4 (**3,2%**)
He cambiado algunos alimentos por unos más saludables.	62 (**48,8%**)
No he cambiado nada.	61 (**48,0%**)



Gráfica 18: Cambio de alimentación después del concurso

4. ¿Crees que comiste de una forma más saludable durante el período del concurso?

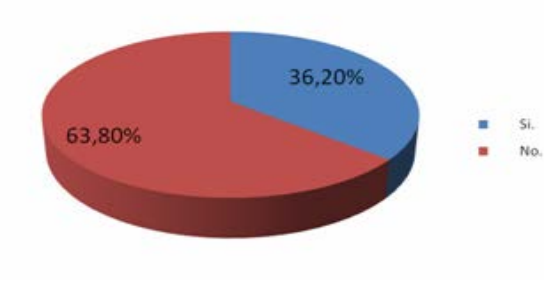
Si	64 (**50,4%**)
No	62 **(48,8%)**
No validos	01 (**0,8%**)



Gráfica 19: Alimentación saludable durante el concurso

- ¿Has descubierto o probado nuevos alimentos saludables que no conocías?

Si	46 (**36,2%**
No	81 (**63,8%**)



Gráfica 20: Descubrimiento de alimentos saludables

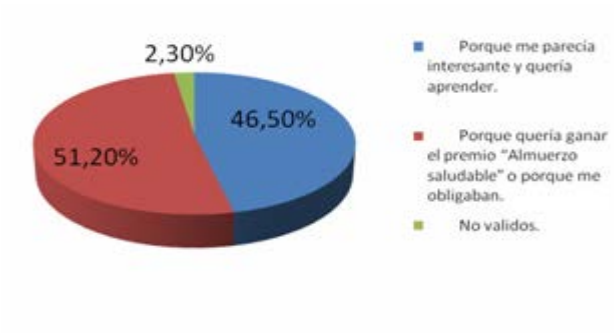


5. ¿Porque has participado en nuestro proyecto?

Porque me parecía interesante y quería aprender. 59 (**46,5%**)

Porque quería ganar el premio “Almuerzo saludable” o porque me obligaban. 65 (**51,2%**)

No validos. 03 (**2,3%**)

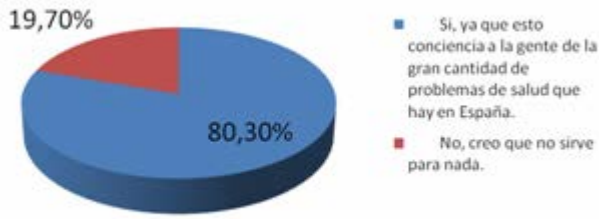


Gráfica 21: Motivo de participación en el concurso

6. Crees que es necesario que se sigan llevando a cabo estos proyectos?

Si, ya que esto conciencia a la gente de la gran cantidad de problemas de salud que hay en España. 102 (**80,3%**)

No, creo que no sirve para nada. 25 (**19,7%**)



Gráfica 22: Necesidad de hacer proyectos de alimentación saludable

9. Informe final

Realizado el proyecto se analizan los resultados:

- El 75 % del alumnado consideraba que tenía una alimentación saludable antes de empezar el concurso.
- Las encuestas previas reflejan que su alimentación no es tan saludable como ellos creen.



- A lo largo del proyecto, sólo un 3% ha cambiado los hábitos completamente. Sin embargo, un 49% ha cambiado algo de su alimentación.
- Un 50% comió de forma saludable mientras duró el proyecto y el 36% ha probado nuevos alimentos que se ofrecían en la cafetería del centro.
- La motivación para participar en el concurso fue, un 50% participó porque le parecía interesante y querían aprender. El otro 50% lo hizo para ganar el premio.
- Un 80% considera que es necesario llevar a cabo estos proyectos.

Tras el análisis de los resultados las conclusiones son:

- El alumnado cree que su alimentación es saludable, aunque en realidad no es cierto y se demuestra que cuesta cambiar el hábito alimentario.
- Es importante destacar, que el alumnado considera que son necesarios realizar estos proyectos.
- Se potencia el uso de envases reutilizables para evitar utilizar indiscriminadamente el papel de aluminio y/o plásticos que contaminan el medio ambiente.
- Como conclusión final se puede decir que es necesario inculcar al alumnado la alimentación **saludable y sostenible** para conseguir un estado de bienestar físico, mental y social.

10. Bibliografía consultada

- Agenda 2030: https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/
- Objetivo 3 “salud y bienestar”: https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/health/
- Proyecto Erasmus +: “Agenda 2030: That's our challenge!”: https://erasmusagenda2030thatsourchallenge.blogspot.com/
- Twinspace: https://twinspace.etwinning.net/45543

Análisis de garantías y grado de certidumbre. Herramientas epistémicas para el trabajo con pseudociencias en el aula

Jordi Domènech-Casal[1],[2]
jdomen44@xtec.cat
Institut Marta Estrada (Granollers)[1], Departament de Didàctica de les Matemàtiques i les Ciències Experimentals, Universitat Autònoma de Barcelona[2]

Modalitat: Comunicació.
Nivell educatiu: Educació Secundària Obligatòria

RESUMEN

Las Pseudociencias son propuestas no basadas en la Ciencia que se presentan como científicas. Son actualmente un reto en Salud Pública. Sus altos niveles de aceptación son un reto para la Enseñanza de las Ciencias, que conecta con marcos didácticos como la Naturaleza de la Ciencia y la lectura crítica. Proponemos dos actividades breves para el trabajo en el aula con Pseudociencias y discutimos la oportunidad de su aplicación en las aulas.

Palabras clave: Pseudociencias; Lectura crítica; Naturaleza de la Ciencia; Argumentación

1. Las Pseudociencias, una emergencia educativa

Las Pseudociencias son propuestas que se defienden como científicas o ciertas sin estar basadas en el análisis de evidencias ni en el consenso de la comunidad científica. Suelen basarse en falacias, presentando un énfasis en la confirmación, crear proposiciones *ad hoc* para anomalías observadas, lenguaje obscurantista y desconexión de su discurso con la Ciencia consensuada. No ofrecen garantías comprobables, muchas veces basándose en errores epistémicos como el llamado “amimefuncionismo” (como si de una experiencia individual auto-evaluada pudieran extraerse conclusiones) vinculado al efecto placebo [12]. Incorporan términos de léxico para conseguir apariencia de científicos como “cuántico”, “holístico” o “resonancia”, o difíciles de definir



incluso para la Ciencia, como “energía” “armonía” o “fluido”. Los últimos años las propuestas Pseudocientíficas han adquirido mucho apoyo social. No sólo entre el alumnado de Secundaria, incluso en espacios universitarios y en personas con formación o profesionales de la educación, se detecta un alto grado de aceptación de estas propuestas [9,10,13,18,19]. Como consecuencia, nos encontramos ante un problema de salud pública: algunas prácticas de esas terapias pseudocientíficas como la homeopatía, la medicina germánica, la ozonoterapia o el Reiki captan pacientes que en muchas ocasiones son invitados por chamanes y curanderos a abandonar tratamientos médicos científicamente comprobados para enfermedades graves (como el cáncer). Con argumentos varios no demostrados (relaciones familiares tóxicas, medicamentos dañinos) aíslan a los pacientes de su entorno y de terapias eficaces, y aprovechan su vulnerabilidad para sacar provecho económico, provocando la pérdida de oportunidades terapéuticas.

2. Enseñanza de las Ciencias y Pseudociencias

Según la definición propuesta por la OCDE [14] la Competencia Científica implica desarrollar aspectos conceptuales (usar modelos científicos para interpretar la realidad), procedimentales (habilidades de razonamiento científico) y epistémicos (conocer la naturaleza del conocimiento científico y diferenciar ciencia de lo que no lo es). Estas dimensiones de la competencia científica persiguen capacitar al alumnado para participar como ciudadano/a de modo autónomo y libre. En lo relativo a las Pseudociencias, si bien es cierto que el alumnado debe tener un dominio de los conceptos y modelos científicos básicos (conceptual) y la capacidad de analizar datos y sacar conclusiones (procedimental) es evidente que la dimensión epistémica tiene un papel clave. Varios autores han reflexionado sobre cómo desarrollar esas dimensiones en las aulas, llegando a distintas variables didácticas:

- La Ciencia en contexto: la enseñanza de las ciencias debe ubicarse en contextos cotidianos [20] que impliquen la resolución de conflictos [2,7].
- La Naturaleza de la Ciencia: debe promoverse una comprensión de las dinámicas y límites del método que usa la Ciencia para validar el



conocimiento [11]. Esto implica una visión de la ciencia como práctica discursiva, de la que emergen como productos modelos parciales y provisionales que permiten hacer predicciones y explicaciones de la realidad, pero que no son la realidad, sino un constructo consensuado sobre ella basado en pruebas y sujeto a incertidumbre (la Ciencia no trata de la Verdad o la Falsedad, sino de lo que se conoce con distintos grados de certidumbre) [8]

- El desarrollo de habilidades de argumentación y análisis de pruebas [3,16].
- La Lectura crítica de noticias de prensa o publicidad [15,17] y Pseudociencias [1].

Describimos a continuación dos experiencias de trabajo con pseudociencias en el aula que consideramos que permiten desplegar estos cuatro ámbitos y pueden ser trasladables a cualquier aula.

3. Escalas de Certidumbre

Esta actividad -cuyo germen se originó en una propuesta previa del grupo de trabajo Calamares Gigantes [4]- tiene por objetivo que el alumnado perciba que las afirmaciones no son absolutas, que siempre son “más” ciertas o “menos” ciertas, y que esa certidumbre mayor o menor proviene de un consenso que emerge en la argumentación basada en pruebas. Se proponen al alumnado 10 proposiciones (Tabla 1, https://bit.ly/2GzuxBj). Después de que cada alumno/a ordene las proposiciones de más segura a menos segura, los alumnos discuten en parejas hasta llegar a un consenso. Se repite la dinámica en grupos de cuatro y así sucesivamente hasta llegar a un consenso general. En el proceso ocurren dos cosas de importancia epistémica: se genera debate en el que distintos argumentos intentan aumentar o disminuir la certidumbre de distintas propuestas, y suele haber alguna frase (normalmente, la que refiere al Barça) cuya certidumbre es controvertida, lo que permite introducir en el alumnado a las controversias científicas: los ámbitos en los que la Ciencia no tiene (todavía) un consenso.



MÁS SEGURO
Subirá el precio del petróleo
El Barça ganará la Liga
Mañana saldrá el Sol
Si compro lotería, me tocará
Este fin de semana lloverá
La Temperatura del planeta aumentará
Los trenes cumplirán hoy su horario
Si lanzo una moneda, saldrá cara
Viviré para siempre
Existe vida extraterrestre
MENOS SEGURO

Tabla 1. Escala de certidumbres (desordenada)

4. Balanzas de argumentos

La Balanza de argumentos es una herramienta que permite trabajar la lectura crítica dando relevancia a qué ofrece cada argumento como Garantía (qué le da certidumbre). El alumnado lee distintos textos de contextos reales (de periódico, publicidad, etc...) con distintos argumentos (preferiblemente, opuestos) sobre una Pseudociencia (por ejemplo la Acupuntura, la Radiestesia, o la Homeopatía). Cada alumno debe catalogar en la Balanza de argumentos si el argumento es a favor o en contra de la validez de la propuesta, qué tipo de garantía se ofrece, y representar con un círculo la certidumbre que aporta ese argumento. De ese modo quedan representados en un solo espacio los distintos argumentos, en base a qué se les da validez y cuánta validez se les da.



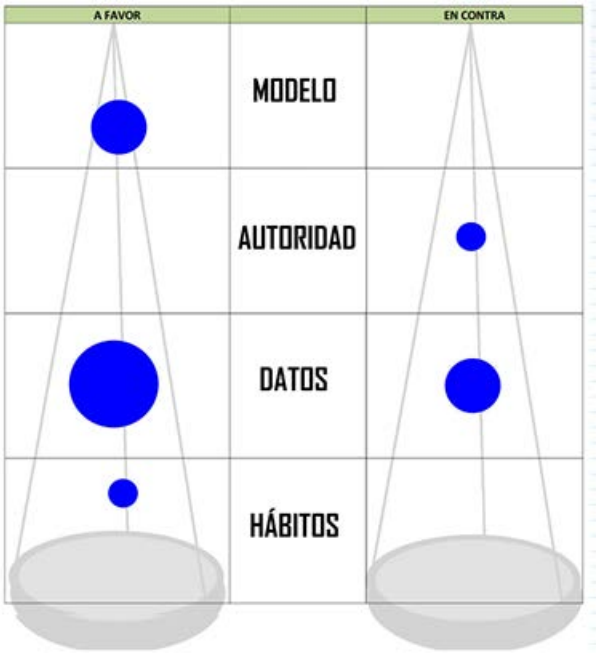


Figura 1. Balanza de argumentos. Andamio disponible en: https://bit.ly/2Mv9CDY

Los argumentos se clasifican en 4 tipos, según qué está actuando como Garantía de que lo que se argumenta es cierto: Modelo (argumentos que se basan en explicar científicamente cómo funciona un sistema), Autoridad (sustentados en el reconocimiento de una persona o institución como fiable), Datos (sustentados en números, porcentajes o gráficos, que pueden ser más o menos representativos y sugieren asociación o interrelación entre variables) y Hábitos (sustentados en el valor positivo -tradición- o negativo -innovación- de la repetición de esquemas anteriores). El alumnado cataloga en la tabla los argumentos que halla en los textos.

Esto permite dos cosas interesantes: 1) que el alumnado se dé cuenta de que determinados textos aluden muy poco a los Modelos o los Datos 2) que se evidencie que en ocasiones damos más peso a argumentos de Autoridad y Hábitos que a otros más científicos.

Contrariamente a la actividad anterior, más que intentar llegar a un consenso, es interesante que cada alumno, una vez terminada la actividad, vea a qué está dando importancia o valor y se cuestione si es el mejor modo de validar propuestas. Igualmente, la actividad consigue que el alumnado se dé cuenta de

que los textos pueden desgranarse en base a sus argumentos y que es importante hacer esa valoración crítica de forma consciente.

5. Conclusiones

Las herramientas propuestas permiten de forma ágil trabajar con el alumnado aspectos fundamentales de la Naturaleza de la Ciencia y la Epistemología cruciales para que puedan afrontar el reto de las Pseudociencias. Estas propuestas forman parte del despliegue del currículum de Biología, Geología, Física i Química de 3º de ESO en metodologías activas *ProjectantCN3*, cuyos materiales están disponibles en abierto:

https://sites.google.com/site/projectantcn3/bastides-i-suports

Estos enfoques, descritos con más profundidad en otras publicaciones [5,6], consideramos que deben ser complementarios a dos ejes de acción ante las Pseudociencias:

1) Cultivar una relación madura y cordial con la ciencia por parte del alumnado, en la que la Ciencia sea una actividad y una comunidad rigurosa en la que se puede participar, con humildad epistémica.
2) Que el alumnado conozca por sus nombres a las distintas pseudociencias es fundamental: en el día a día es difícil que se realicen análisis de certidumbre profundos si no hay antes un aviso de hallarse ante una pseudociencia. Que el alumnado esté informado de que el Reiki, la Homeopatía o la Medicina Germánica tienen actualmente muy baja certidumbre es importante para que puedan activar sus capacidades de argumentación y uso de pruebas al encontrarlas.

Agradecimientos

Reflexiones incluidas en este artículo se enmarcan en la investigación metodológica del grupo de investigación consolidado LICEC (referencia 2014SGR1492) por AGAUR y financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad (referencia EDU2015-66643-C2-1-P). La Escala de Certidumbre es el desarrollo de una idea original co-creada en el encuentro #betacamp17 por el nodo de profesorado #CalamarsGegants. El autor agradece la colaboración de profesorado y alumnado del Instituto Marta Estrada (Granollers) en la aplicación de las actividades.



Referencias

[1] Abellán, G., Rosaleny, L. E., Carnicer, J., Baldoví, J. J. y Gaita-Ariño, A. (2014). La aproximación crítica a las Pseudociencias como ejercicio didáctico: homeopatía y diluciones sucesivas. *Anales de Química.* 110, 211-217. http://analesdequimica.es/index.php/AnalesQuimica/article/view/615

[2] Blanco, A. (2004). Relaciones entre la educación científica y la divulgación de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias,* 1(2), 70-86. DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2004.v1.i2.01

[3] Bravo, B., Puig, B. y Jiménez-Aleixandre, P. (2009). Competencias en el uso de pruebas en argumentación. *Educación Química, 20,* 137-142. DOI: https://doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30020-X

[4] Calamares Gigantes (2017). *KeMestasKontainer, materiales para el trabajo con Pseudociencias*. [http://www.betacamp.cat/kemestaskontainer/] [consultado el 10/01/18]

[5] Domènech-Casal, J. (2019). *Aprenentatge Basat en Projectes, Treballs pràctics i Controvèrsies. 28 experiències i reflexions per a ensenyar Ciències*. Rosa Sensat: Barcelona.

[6] Domènech-Casal, J. (en edición). Escalas de certidumbre y balanzas de argumentos. Una experiencia de construcción de marcos epistemológicos para el trabajo con Pseudociencias en secundaria. *Ápice. Revista de Educación Científica* (en edición).

[7] España, E. y Prieto, T. (2010). Problemas socio-científicos y enseñanza-aprendizaje de las ciencias. *Investigación en la escuela,* 71, 17-24. http://hdl.handle.net/11441/60210

[8] Feynman, R. (1956). *The Relation of Science and Religion*. Transcripción de conferencia de Dr. Feynman en Caltech YMCA Lunch Forum el 2 de Mayo de 1956. http://calteches.library.caltech.edu/49/2/Religion.htm [consultado el 10/01/18] pp. 1.

[9] García-Molina, R. (2015). Pseudociencia en el mundo contemporáneo. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales,* 81, 25-33.

[10] INE (Instituto Nacional de Estadística) (2013). *Encuesta Nacional de Salud 2011-2012*. [www.ine.es] [consultado el 10/01/18]

[11] Lederman, N.G. (2007). Nature of science: past, present, and future. En: Abell S. K., Lederman N. G. (Eds.), *Handbook of research on science education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

[12] López-Nicolás, J.M. (2016). *Vamos a comprar mentiras. Alimentos y cosméticos desmontados por la Ciencia.* Palencia: Ediciones Cálamo.

[13] MINECO (Ministerio de Economía, Industria y Competitividad) (2016). *VIII Encuesta de Percepción Social de la Ciencia*.

[https://t.co/KrH1UmNwLZ] [Consultado en 12/12/17]

[14] OCDE (2013). *PISA 2015 draft science framework*. http://www.oecd.org/ [consultado el 10/01/18]



[15] Oliveras, B., Márquez, C. y Sanmartí, N. (2013). The use of newspaper articles as a tool to develop critical thinking in science classes. *International Journal of Science Education,* 35, 885-905. DOI: https://doi.org/10.1080/09500693.2011.586736

[16] Osborne, J. (2014). Teaching critical thinking. New directions in science education? *School Science Review,* 352, 53-62. https://eric.ed.gov/?id=EJ1032459

[17] Prat, A., Márquez, C. y Marbà, A. (2008) Literacitat científica i lectura. *Temps d'Educació*, 34, 67-82,

[18] Preece, P. F. W. y Baxter, J. H. (2000). Scepticism and gullibility: The superstitious and pseudoscientific beliefs of secondary school students. *International Journal of Science Education,* 22, 1147-1156. DOI: https://doi.org/10.1080/09500690050166724

[19] Uskola, A. (2016). ¿Los productos homeopáticos pueden ser considerados medicamentos? Creencias de maestras/os en formación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias,* 13 (3), 574-587. DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2016.v13.i3.05

[20] Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L. y Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education,* 89(3), 357–377. DOI: https://doi.org/10.1002/sce.20048



Calendario Matemático. Medioambiente y matemáticas para la diversidad en el aula

Jaime Pastor, Adela[1], Andrés González, Silvia[2], Cubes Catalá, Elena[3], Ramírez Viñoles, Julio José[4], Romanillos Cervera, Cristina[5], Soria Pérez, Ana Belén[6]

adela.jaime@uv.es, silangon@alumni.uv.es, cucae@alumni.uv.es, romanill@alumni.uv.es, abesope@alumni.uv.es

Universitat de València[1], Universitat de València[2], Universitat de València[3], Universitat de València[4], Universitat de València[5], Universitat de València[6]

Modalidad: Comunicación.
Nivel educativo: Educación Primaria.

Resumen

El siguiente trabajo tiene como base el uso de los calendarios matemáticos como herramienta didáctica utilizada para la enseñanza de las matemáticas, conjuntamente con otros contenidos o áreas, con la particularidad de que se tienen en consideración diversos grados de comprensión matemática por parte del alumnado. Concretamente, este trabajo es un ejemplo diseñado para trabajar con el alumnado de primaria, para el que se ha seleccionado el contenido transversal de la concienciación sobre las problemáticas ambientales. Cada uno de los meses del calendario cuenta con un tema medioambiental específico, un problema matemático diseñado en base a este, un contenido curricular concreto y adaptaciones de mayor y menor nivel, con el fin de atender la diversidad del aula.
Este trabajo es únicamente un ejemplo, pero puede adaptarse a las necesidades y características del grupo de alumnos y alumnas con los que se quiera trabajar.

Palabras clave: calendario matemático, problemas matemáticos, medioambiente, atención a la diversidad, educación primaria.

1. Introducción

Actualmente ha comenzado a desarrollarse una conciencia social por la necesidad de prestar atención al medio ambiente, respetando la naturaleza y los seres vivos y evitando los elementos que puedan perjudicarla. Es necesario que desde las aulas se inculque el respeto hacia nuestro planeta, tanto mostrando la belleza de lo existente como los perjuicios de acciones incorrectas provocadas por las personas. Y ese trabajo comienza ya en infantil y primaria, continúa en secundaria y sigue en la universidad.



Por otra parte, es una realidad, y el sistema educativo la contempla, la diversidad existente en las aulas de la enseñanza obligatoria, en particular la coexistencia de varios niveles de competencia en materias como las matemáticas, desde estudiantes que necesitan refuerzo y no pueden comprender los estándares del curso, hasta alumnos de alta capacidad matemática, para los que los contenidos y los problemas que se plantean como media para la clase resultan demasiado sencillos.

Intentando cohesionar estas necesidades y realidades, en la Facultad de Magisterio de la Universitat de València, y como parte del desarrollo de algunas asignaturas del Grado de maestro, se les ha propuesto a los alumnos que, por grupos elaboraran un CALENDARIO MATEMÁTICO para un curso o dos de primaria, teniendo como hilo conductor algún tema o varios temas de interés medioambiental y que tuviera en cuenta en los problemas de matemáticas a plantear, la diversidad intelectual existente en el aula, planteando un mismo problema con variaciones, de manera que hubiera tres niveles de complejidad diferenciados.

De esta manera:

- Los propios estudiantes de Magisterio se adentraban en el conocimiento de aspectos medioambientales a tener en cuenta para conservar y recuperar nuestro planeta.
- Se producía una propuesta concreta para utilizar en primaria como medio de concienciación medioambiental.
- Se atendía a estudiantes con diversos grados de competencia matemática.
- Los estudiantes de Magisterio aprendían a integrar matemáticas con otros contenidos.

Los estudiantes de Magisterio tuvieron que:

- Elegir el tema o los temas medioambientales, organizar el formato del calendario, la forma de presentar la información, distribuir los problemas a lo largo del trimestre/año, decidir cómo recoger/evaluar o no la resolución, etc.
- Elaborar un resumen sobre el tema medioambiental, en el que podían incluir fotografías y enlaces a vídeos o a páginas de internet.



- Preparar los problemas de matemáticas, cada uno con dos extensiones, una de menor y otra de mayor nivel, justificando esa diferenciación e incluyendo un análisis didáctico de los problemas.
- Situar los contenidos de los problemas en relación con el currículum de matemáticas de la Comunidad Valenciana para enseñanza primaria.
- Incluir bibliografía / webgrafía, tanto relacionada con el tema medioambiental como con recursos matemáticos para los problemas de matemáticas que se proponen.

A continuación nos vamos a centrar en el proceso de elaboración del calendario matemático diseñado por el grupo que presenta esta comunicación.

2. Para empezar, unas ideas sobre calendarios matemáticos en la enseñanza

Los calendarios matemáticos son una herramienta didáctica utilizada como complemento en el aprendizaje de las matemáticas, con una componente lúdica para aquellos alumnos que disfrutan resolviendo problemas. Pero este material nos permite trabajar también otros contenidos transversales, en nuestro caso la concienciación medioambiental, aunque podría tratarse de cualquier otro tema.

Diversos autores los presentan como un conjunto de actividades que se hacen mensualmente, pensados para fomentar el interés de los y las estudiantes frente a la resolución de problemas[2][6]. Algunos estudios realizados a lo largo de la presente década han mostrado que el trabajo del área de las matemáticas a través de los calendarios matemáticos proporciona un fortalecimiento de diversos procesos de pensamiento, además de mejorar la actitud de los y las estudiantes frente a las matemáticas puesto que suelen tener una mejor disposición hacia el uso de herramientas como esta[2].

Podemos encontrar diversos tipos de calendarios matemáticos, en los que la periodicidad de las propuestas varían; algunos trabajan un problema matemático al día, otros trabajan un problema al mes, ... pudiendo o no estar contextualizados dichos problemas en temáticas transversales.



2.1. Nuestros objetivos

Teniendo en cuenta todo lo expuesto, la herramienta que aquí describimos se ha diseñado con el objetivo de **fomentar el aprendizaje de las matemáticas mediante una propuesta motivadora**, combinándose este objetivo con el de **concienciar sobre problemas ambientales** de una gran relevancia dentro de la sociedad en que vivimos hoy en día.

Además, otro de los pilares fundamentales en que se apoya la presente propuesta es en el respeto hacia la diversidad que existe en las aulas de primaria. Es por esto que también se plantea como objetivo principal el de **proporcionar experiencias educativas idóneas para la diversidad presente en el aula**, por lo que cada uno de los problemas presenta un ejemplo de extensión para mayor y para menor nivel, que cada docente podría adaptar a las diferentes realidades existentes en su propia aula de primaria.

3. Desarrollo de la propuesta

A continuación se explica el diseño del calendario, teniendo en cuenta los contenidos matemáticos y transversales relacionados con los problemas ambientales que se han seleccionado para cada mes, además de la estructura de los meses. Para ello, mostramos como ejemplo el contenido detallado de dos meses, junto con las explicaciones didácticas complementarias.

3.1. Estructura

Para la elaboración del calendario matemático, seleccionamos un total de doce problemas medioambientales, uno por cada mes del año. En cada mes miramos a qué estaba dedicado cada día, desde las propuestas a nivel mundial y seleccionamos los que podían ser relevantes desde el punto de vista medioambiental; a continuación buscamos una temática que tuviera relación con la mayoría de esos días. Teniendo en cuenta los cursos de primaria en los que queríamos trabajar, seleccionamos el tema definitivo para cada mes y diseñamos dos problemas para cada curso, con datos reales, relacionados con ese tema medioambiental. Cada cuatro meses cubrimos dos cursos consecutivos de primaria, de manera que toda primaria está contemplada en el calendario.



De este modo, la organización del calendario quedó como se muestra en la tabla 1.

1º-2º primaria	
Septiembre	Calentamiento global y deshielo
Octubre	Desastres naturales
Noviembre	Contaminación del aire
Diciembre	Problemas de salud pública
3º-4º primaria	
Mayo	Pérdida de biodiversidad e introducción de especies invasoras
Junio	Efectos en la vida marina
Julio	Sobrepoblación
Agosto	Agotamiento de recursos naturales
5º-6º primaria	
Enero	Deforestación y desertización
Febrero	Especies en peligro de extinción
Marzo	Lluvia ácida y agotamiento de agua dulce
Abril	Modificaciones genéticas

Tabla 1.Distribución de los temas medioambientales por meses y etapas escolares

En cuanto a la estructura dentro de cada mes, primero se detalla la problemática de la que va a tratar el mes, con el objetivo de que el alumnado conozca el tema en el que se va a trabajar.

Una vez planteada, se muestra en el calendario el mes correspondiente, señalando en él los días internacionales y mundiales relacionados con el medio ambiente. Dentro de cada mes presentamos el problema base que se trabaja, el cual está relacionado con uno o varios de los días internacionales y mundiales señalados, tal y como se muestra en las imágenes 1 y 2.



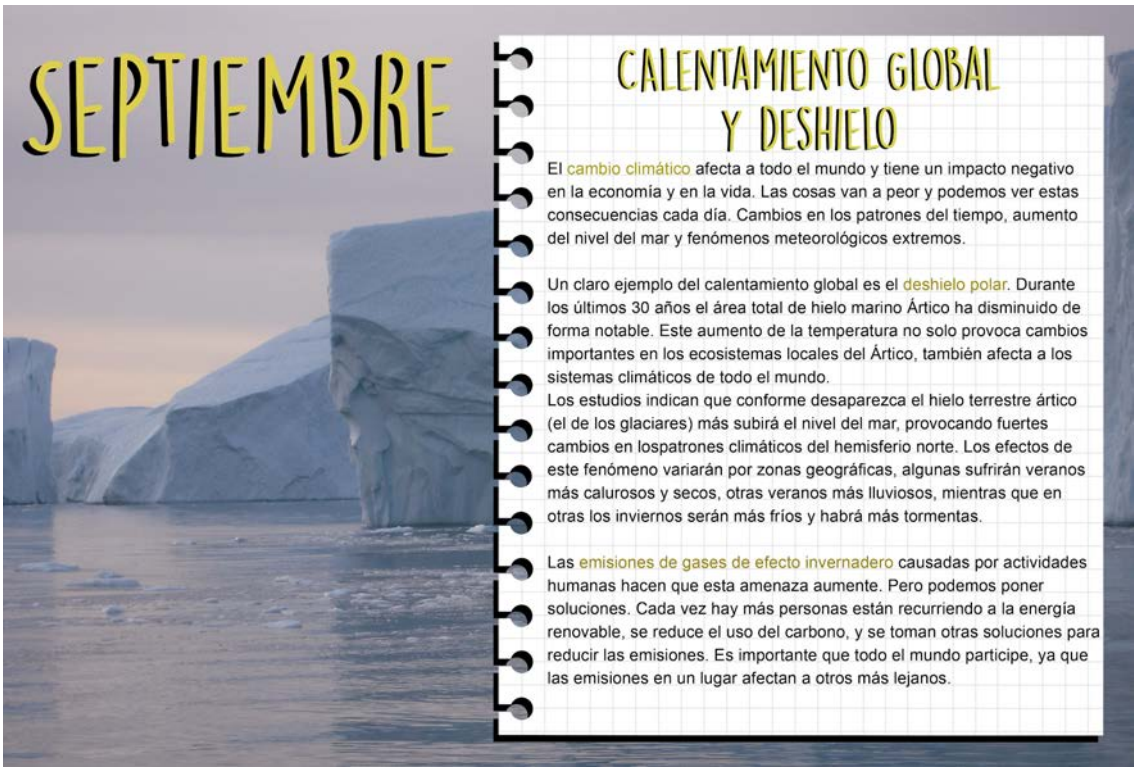


Imagen 1. Portada mes de septiembre



Imagen 2. Calendario septiembre

En cuanto a la estructura de los problemas, se le presenta al alumnado un problema base con el que deberán trabajar y, a partir de este, se crean dos adaptaciones, una adaptación de mayor nivel y otra de menor nivel, modificando el problema para atender a la diversidad del aula.

3.2. Contenidos

El calendario propuesto ha sido elaborado para trabajar con alumnado de primaria. De esta forma, los contenidos seleccionados se extrajeron del DECRETO 108/2014, de 4 de julio, concretamente del área de Matemáticas.

Los contenidos de los diversos problemas mostrados son un ejemplo que persigue el objetivo de explicar la dinámica del calendario; sin embargo, estos pueden variar dependiendo de los objetivos de aprendizaje y la edad del alumnado con que se trabaje.

3.3. Ejemplos de problemas

A continuación, mostraremos dos de los problemas propuestos, detallando los contenidos que se pretende trabajar con cada uno de ellos y las extensiones generales que se proponen para casos de necesidades específicas de apoyo educativo. El motivo de mostrar sólo dos meses viene fundamentado en evitar un desarrollo excesivamente largo de la presente comunicación, pero a la vez dar las herramientas necesarias para que la experiencia se pueda adaptar a un aula concreta y se pueda llevar a cabo por parte de docentes de primaria que lo consideren una actividad interesante.

3.3.1. Febrero: especies en peligro de extinción

El problema planteado para el mes de febrero se basa en la extinción de las especies y las diferentes causas por las cuales se produce, haciendo hincapié en las actividades humanas que conllevan la pérdida de biodiversidad, tal como puede apreciarse en las imágenes 3 y 4. La elección de dicha temática tuvo como punto de partida que los días 15, 22 y 27 son los días mundiales de las Ballenas, de Pensar en el Planeta y del Oso polar, respectivamente.





Imagen 3. Portada mes de febrero



Imagen 4. Calendario febrero

Fue de especial importancia a la hora de elaborar la propuesta que los datos facilitados para el planteamiento del problema fueran reales, por esto se realizó una búsqueda de datos relevantes acerca de las temáticas concretas de cada mes. En el caso de Febrero, los datos se extrajeron de diversas fuentes[1][3][4] [5].

El detalle del problema propuesto se puede consultar en la Figura 1. Estuvo planteado para quinto curso de primaria.

El impacto creciente de las actividades humanas en la naturaleza está provocando una pérdida de biodiversidad acelerada.

A partir de esta tabla de frecuencias absolutas, añade una columna a la derecha con la frecuencia relativa de especies amenazadas respecto al total para cada uno de esos tipos de animales y para el total de animales. ¿Qué opinas de los resultados que has obtenido? Mirando la frecuencia absoluta, ¿cuál tiene más animales amenazados? Mirando la frecuencia relativa, en proporción, ¿cuál tiene más animales amenazados? Coméntalo con tus compañeros.

	Especies evaluadas en 2010	Especies amenazadas en 2010
Mamíferos	5490	1143
Pájaros	9998	1223
Reptiles	1672	467
Anfibios	6284	1895
Peces	4446	1414
Subtotal	27890	6142

Figura 1. Ejemplo de problema para el mes de febrero

3.3.1.1. Contenidos trabajados

En este ejemplo, se optó por trabajar el *Bloque 5 del diseño curricular de la Comunidad Valenciana: Estadística y Probabilidad*, en particular "*Construcción de tablas de frecuencia absolutas y relativas"*.

3.3.1.2. Extensión para menor nivel

El problema que se planteó para menor nivel incluye indicaciones y preguntas que sirven como guía a los alumnos para que realicen con éxito el problema, como se puede observar en la Figura 2. De este modo, obtendrán los mismos resultados que en el problema base, pero sin tener tanta carga cognitiva.



El impacto creciente de las actividades humanas en la naturaleza está provocando una pérdida de biodiversidad acelerada.

A partir de la tabla anterior, haz un diagrama de barras en el que representes la cantidad de animales amenazados según su especie. Utilizando otro color, haz un diagrama de barras con la cantidad total de animales evaluados según su especie. Luego, haz un único diagrama de barras en el que aparezcan ambos datos (cantidad especies amenazadas y cantidad especies evaluadas) por cada especie.

	Especies evaluadas en 2010	Especies amenazadas en 2010
Mamíferos	5490	1143
Pájaros	9998	1223
Reptiles	1672	467
Anfibios	6284	1895
Peces	4446	1414
Subtotal	27890	6142

Figura 2. Adaptación de menor nivel del problema para el mes de febrero

Como se puede observar, el problema ya no pide que el alumnado calcule la frecuencia absoluta y relativa para conocer cuáles son las especies que se encuentran en mayor riesgo de extinción, sino que clasifique los datos proporcionados en la tabla mediante diagramas de barras. De este modo, el alumnado podrá llegar a la misma conclusión que obteníamos en el problema base, qué especies están en mayor riesgo de extinción, de un modo más visual.

3.3.1.3. Extensión para mayor nivel

El apartado que añadimos requiere un mayor análisis de la tabla y de los resultados obtenidos, como se puede ver en la Figura 3. El objetivo de esta variación es que los alumnos empleen un nivel mayor de concentración y deducción.



El impacto creciente de las actividades humanas en la naturaleza está provocando una pérdida de biodiversidad acelerada.

Compara y ordena los resultados obtenidos en el apartado anterior en forma de números decimales y su especie correspondiente de menor a mayor.

A partir de la tabla, confecciona la tabla estadística de las frecuencias absolutas y relativas. ¿Qué opinas de los resultados que has obtenido? Coméntalo con tus compañeros.

	Especies evaluadas en 2010	Especies amenazadas en 2010
Mamíferos	5490	1143
Pájaros	9998	1223
Reptiles	1672	467
Anfibios	6284	1895
Peces	4446	1414
Subtotal	27890	6142

Figura 3. Adaptación de mayor nivel del problema para el mes de febrero

Por tanto, después de realizar la tabla de las frecuencias absolutas y relativas, tendrán que ordenar los resultados de forma que se vea claramente qué especie es la menos amenazada y cuál es la más amenazada. Con esto conseguimos que el alumnado preste una mayor atención a los resultados que obtiene y realice un análisis de estos.

3.3.2. Marzo: la lluvia ácida y el agotamiento de agua dulce

El problema planteado para el mes de marzo se basa en la lluvia ácida y el agotamiento de agua dulce, haciendo referencia al papel que tiene el ser humano en esta problemática y a sus posibles soluciones,[7][8][9] tal y como se muestra en las imágenes 5 y 6. Para la elección de este tema se tuvo en cuenta que el día 14 es el día internacional contra las presas, por los ríos, el agua y la vida, y que el día 22 es el día mundial del agua.



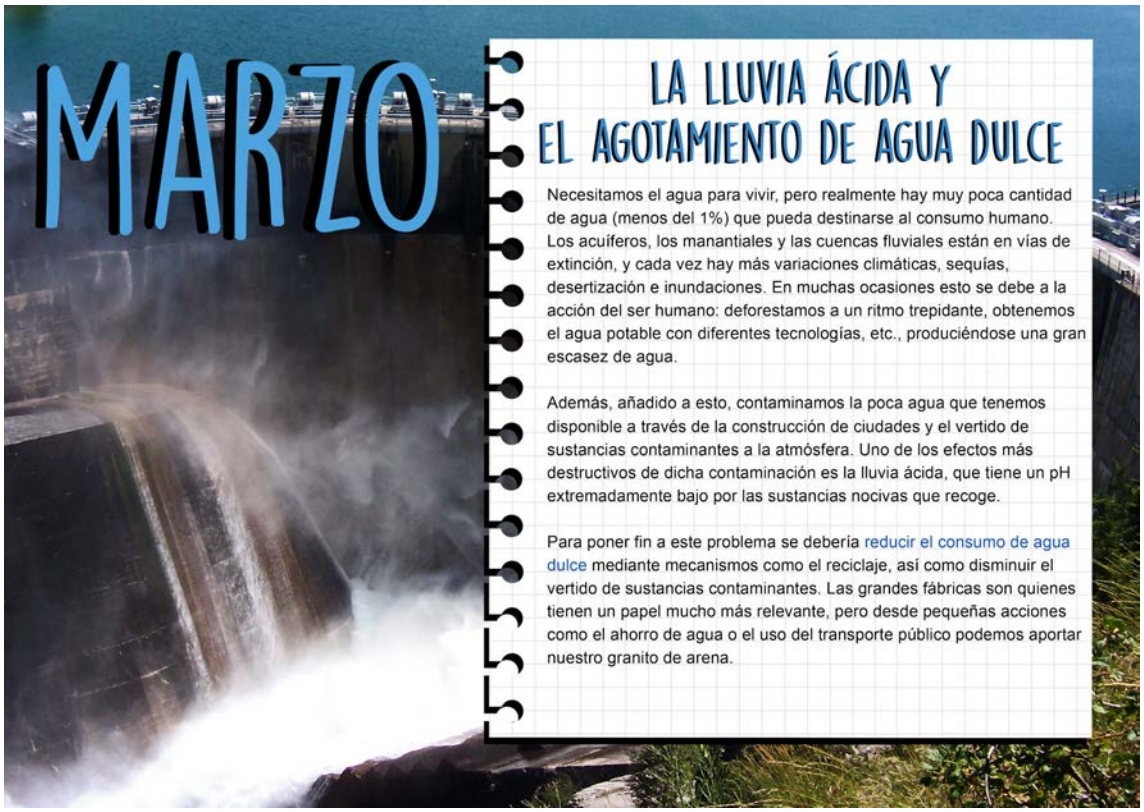


Imagen 5. Portada mes de marzo



Imagen 6. Calendario mes de marzo

El detalle del problema planteado se puede consultar en la Figura 4. Se destina a sexto curso de primaria.

La OMS marca un consumo máximo por habitante de un tanque cilíndrico de agua potable de 1 m de radio y 1 metro de altura al mes.

a) ¿Cuántos metros cúbicos de agua hay en el tanque?

b) Sabiendo que un litro de agua pesa un kilo, y que en un metro cúbico de agua hay 1000 l, ¿cuánto pesa el agua del tanque?

c) Si en Valencia se gastan 4898 litros de agua al mes por persona, ¿en cuántos litros excedemos el consumo?

Figura 4. Problema mes de marzo

3.3.2.1. Contenidos trabajados

En relación a los contenidos curriculares seleccionados, el problema se centra en el *Bloque 3 del diseño curricular de la Comunidad Valenciana: Medida*, en específico en los contenidos "*Unidades del sistema métrico decimal (longitud, peso/masa, capacidad) y equivalencias"* y "*Resolución de problemas de medidas relacionados con objetos, hechos, y situaciones de la vida cotidiana"*. También incluye contenidos propios del *Bloque 4 del diseño curricular de la Comunidad Valenciana: Geometría*, centrándose en el apartado "*Cuerpos redondos"*, concretamente "*Cono, cilindro y esfera"*.

3.3.2.2. Extensión para menor nivel

En la extensión para menor nivel se realizan varias simplificaciones, como se puede observar en la Figura 5. La primera de ellas es que se proporciona un dibujo de la figura, de manera que el alumnado no tendrá que hacerse una idea mental de cómo sería el tanque. Por otro lado, también se añade una indicación clara de que el objetivo del problema es obtener el volumen, y se elimina la pregunta del peso, evitando los cambios de unidad.

La OMS marca un consumo máximo por habitante de un tanque de agua potable de 1 m de radio y 1 metro de altura al mes, como el que se muestra en la figura.

a) ¿Cuántos metros cúbicos de agua hay un tanque como ese? Tendrás que calcular para ello el volumen del cilindro.

b) Si en Valencia se gastan 4,80 m3 de agua al mes por persona, ¿en cuántos m3 estamos excediendo el consumo?

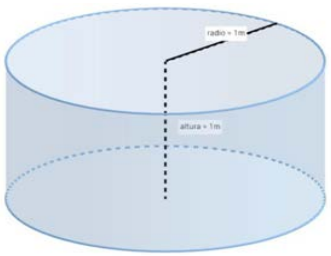


Figura 5. Adaptación de menor nivel del problema para el mes de marzo



3.3.2.3. Extensión para mayor nivel

Para la ampliación del problema se ha planteado la eliminación de un paso intermedio bastante simplificador, de manera que se tiene que deducir que será necesario obtener el volumen del cilindro para, con él, calcular el peso del agua que contiene, como se puede observar en la Figura 6. Además, se añade el cálculo porcentual, lo que dota al problema de un apartado de una mayor complejidad. Esto supondrá un mayor reto para el alumnado con altas capacidades matemáticas.

La OMS marca un consumo máximo por habitante de un tanque cilíndrico de agua potable de 1 m de radio y 1 metro de altura al mes.

a) ¿Cuántos kilos pesa el agua que hay en el tanque?

b) Si en Valencia se gastan 4898 litros de agua al mes por persona, ¿en cuántos litros excedemos el consumo? Exprésalo como un aumento porcentual.

Figura 6. Adaptación de mayor nivel del problema para el mes de marzo

4. Conclusión

Este trabajo se ha diseñado con el objetivo de mostrar un ejemplo de calendario matemático que integra aspectos medioambientales y matemáticas, teniendo en cuenta la diversidad intelectual existente en una misma aula.

El o la docente puede adaptar el calendario a las características de su alumnado, así como a la temática que quiera trabajar.

Pensamos que es importante llevar a cabo dentro del aula actividades de carácter innovador que permitan integrar diversas áreas de estudio o incluso trabajar temas de la actualidad, sociales o culturales y creemos que esta propuesta de calendario lo permite.

Referencias

[1] Alcudia, A. (sin fecha). Causas y consecuencias de los animales en peligro de extinción. Recuperado de: https://es.scribd.com/document/237804890/Causas-y-Consecuencias-de-Los-Animales-en-Peligro-de-Extincion

[2] Becerra, S.K. (2013). *La aplicación del calendario matemático y su implicación frente a la resolución de problemas en los estudiantes de grado sexto*. Bogotá: Universidad Sergio Arboleda.

[3] Biopedia (sin fecha). Especies en peligro de extinción. Recuperado de: http://www.biopedia.com/especies-en-peligro-de-extincion/



[4] Botánica online (2019). Causas de extinción de los animales. Recuperado de: https://www.botanical-online.com/animales/causas_extincion.htm
[5] Cajal, A. (sin fecha). 100 animales en peligro de extinción de todo el mundo. Recuperado de: https://www.lifeder.com/animales-peligro-extincion/
[6] Gracia, F. (2005). Calendario matemático. *Epsilon: Revista de la Sociedad Andaluza de Educación Matemática "Thales", 63*, 339-350.
[7] Pari, M. (sin fecha). El problema de la escasez del agua dulce. Recuperado de: http://www.monografias.com/trabajos98/problema-escasez-del-agua-dulce/problema-escasez-del-agua-dulce.shtml
[8] Pellini, C. (2014). La lluvia ácida: causas y consecuencias. ¿Cómo produce la acidez?. Recuperado de: https://historiaybiografias.com/lluvia_acida/
[9] Planeta Recicla (2016). ¿Cuánta agua consumimos los españoles?. Recuperado de: https://www.ecoembes.com/es/planeta-recicla/blog/cuanta-agua-consumimos-los-espanoles



De la idea STEM al proyecto de Escuela 2.0

Enric Torres Barchino

entorbar@ega.upv.es

I3B Universitat Politècnica de València

Modalidad: Comunicación

Nivel educativo: Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato

Resumen

En los últimos años, el movimiento educativo STEM (Science, Technology, Engineering and Math), STEAM (Arts) o STEM+ (Design) se presenta como una alternativa de integración de aprendizajes. Reflexionar sobre el actual modelo educativo y de cómo implementarlo ayudará a que sea más equitativo y de calidad. Mientras tanto, y aunque de manera desigual, tanto la educación formal (académica), como la no formal (Makers spaces, Do-it-yourself, Slow-education, e-Learning, etc.) se mueven hacia la innovación e inclusión de las personas y hacia entornos virtuales de aprendizaje. Las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC), junto con las metodologías basadas en proyectos (PBL), el uso de entornos personales de aprendizaje (PLE), de trabajo en red (PLN), y la integración de áreas de conocimiento STEM, están generando grandes expectativas en el sector educativo. La investigación que se presenta, está desarrollándose a través de la Universitat Politècnica de València, y trata de contextualizar las competencias y habilidades tecnológicas que requieren los estudiantes de la ESO y del Bachillerato de Ciencias (BCyT), para que su continuidad sea exitosa en la elección de estudios universitarios STEM. La investigación analiza cómo implementar la metodología PBL, y cómo integrar asignaturas y currículo al proyecto STEM. En Secundaria, la materia de Tecnología es una palanca de conocimientos, saberes y habilidades útiles para la vida, ya que combina teoría y práctica, aula y taller, y es una oportunidad para impulsar el talento y la cultura tecnológica de los estudiantes. La investigación es longitudinal y mixta (cuantitativa y cualitativa), y trata de responder a las hipótesis establecidas a través del trabajo de campo que se realizará durante el curso 2019-20 con 17 institutos de Secundaria de la provincia de València. Determinar la muestra representativa, diseñar el modelo de operacionalización de variables, formular preguntas del cuestionario, seleccionar las pruebas estadísticas y obtener conclusiones para las buenas prácticas educativas, hará que este estudio pueda contribuir a la denominada escuela 2.0.

Palabras clave: Senda educativa, Escuela 2.0, PBL, STEM+, Operacionalización de variables.



1. Planteamiento de la investigación

El uso de las TIC en la Escuela se ha convertido sobre todo en habilidades para el uso de ordenadores, aplicaciones para los teléfonos inteligentes, tabletas, pizarras digitales, o para comunicar informaciones *online*, lo que implica un gran reto para los métodos tradicionales de enseñanza y para el aprendizaje colaborativo. La denominada Escuela 2.0[1] está siendo la palanca del cambio educativo, cuyo objetivo es poner en marcha las aulas digitales dotadas de infraestructura tecnológica y de conectividad, y garantizar un cambio en la metodología de trabajo. Nuestro futuro depende de nuestro ingenio (Hargreaves, 2003).

El aprendizaje virtual y en red, junto con las propuestas que en la actualidad se están realizando desde la educación formal, como desde la educación no formal, están haciendo desaparecer las barreras espacio-temporales. Además, la formación es cada vez más flexible, y el profesorado pasa a ser un tutor que orienta y facilita los procesos formativos, cuya comunicación de contenidos es constante y actualizada. Las metodologías de aprendizaje, como las basadas en proyectos (PBL)[2], en entornos personales de aprendizaje (PLE)[3] y en las redes personales de aprendizaje (PLN)[4], son una demanda creciente en la sociedad del conocimiento y de la innovación (Castañeda y Adell, 2013).

España (2017) está mejorando los índices de tasa de idoneidad[5], abandono escola[6], fracaso escolar[7], pero el 18,5% de alumnos no terminaron la Educación Secundaria Obligatoria (ESO), mientras que en la UE (28) fue del 11%.

[1] Organizaciones educativas digitalmente competentes. Principales características. <http://educalab.es/intef/digcomp/digcomporg>

[2] Aprendizaje basado en proyectos (PBL): trata de encontrar la respuesta a una pregunta o solución a un problema. El PBL facilita la interdisciplinaridad y la integración de conocimientos, atravesando las barreras del conocimiento fragmentado de las disciplinas y materias. El PBL se sustenta en la teoría constructivista de J. Piaget y L. Vygotski. Hacia 1918 J. Dewey y W.H. Kilpatrick desarrollaron el método de proyectos.

[3] Personal Learning Environment (PLE). <https://es.wikipedia.org/wiki/Entorno_personal_de_aprendizaje>

[4] Personal Learning Network (PLN). <https://es.wikipedia.org/wiki/Red_personal_de_aprendizaje>

[5] Tasa de idoneidad: porcentaje de alumnos que realiza un curso escolar según su edad. En 1ºESO el 86,10% pasa de curso, mientras que en 3ºESO lo hace el 67,50%.

[6] Abandono escolar: se refiere a la población entre 18-24 años que no logra titularse en Bachillerato o Formación Profesional.

[7] Fracaso escolar: alumnos que a los 16 años no logran el Graduado en ESO. En 2017, el 18,50% no logró el Graduado en ESO.



La senda educativa (itinerarios de formación que siguen los jóvenes a partir de los 16 años), es del 66%, mientras que el 34% no sigue ningún tipo de estudios.

Los jóvenes de 16 años que continuaban su formación, fue de 1 461 752 alumnos, distribuyéndose así: FP-Básica 62 025 (4,24%), FP-GM 350 226 (23,95%), FP-GS 355 277 (24,30%), y Bachillerato 694 224 (47,49%).

Por otra parte, la pérdida de matrícula en ingeniería y arquitectura[8] sigue en descenso a un ritmo interanual del -9,8%. Las mujeres en ingeniería representan el 23,6% y los hombres el 76,4%, y los titulados universitarios vinculados a estudios STEM+[9] representan el 26%. En este contexto, las metodologías activas[10], las basadas en proyectos (PBL), el aprendizaje virtual y la integración de áreas STEM están adquiriendo gran protagonismo, pero ¿están mejorando significativamente el aprendizaje de conocimientos y habilidades?, o ¿sirven para el entretenimiento? (Salinas, Pérez y Benito, 2008).

Aunque las administraciones educativas hacen esfuerzos por desarrollar planes de formación e innovación docente, el voluntarismo del profesorado y las buenas prácticas determinan que los centros educativos lo asuman como una oportunidad innovadora. Aun así, por el camino se pierde mucho talento joven y no se obtienen los resultados deseados (Marina, 2010). Se suspende mucho. En 1ºESO (12-13 años) promocionaron el 83,7% de chicos y el 89% de chicas, mientras que en 4ºESO (15-16 años) promocionaron el 80,7% de chicos y el 87,9% de chicas.

Sin embargo, cuando analizamos cual es el porcentaje de alumnos con todas las asignaturas aprobadas a final de curso, la situación cambia. En 1ºESO fue del 51,5% de chicos, y del 64% de chicas, mientras que, en 4º ESO, pasó a ser del 61,7% de chicos y del 71,4% de chicas.

La edición PISA-2015, evaluación de los jóvenes de 15 años sobre qué saben y son capaces de hacer, respecto de matemáticas, ciencias y comprensión lecto-

[8] España en cifras 2017. INE. <http://www.ine.es/prodyser/espa_cifras/2017/index.html#15/z>

[9] El concepto STEM / STEAM fue concebido por John Maeda (EE.UU., Seattle, 1966) siendo presidente de la Rhode Island School of Design. <https://www.risd.edu/>

[10] El concepto STEM / STEAM fue concebido por John Maeda (EE.UU., Seattle, 1966) siendo presidente de la Rhode Island School of Design. <https://www.risd.edu/>



ra, España se situó en una posición intermedia respecto de la OCDE (44). En Matetemáticas en la posición 28, en Lectura la posición 24, y en Ciencias la posición 27. Sin embargo, respecto de la UE (32), España se sitúa en Matemáticas en la posición 27, en Lectura la 22, y en Ciencias la 25.

La investigación analiza la materia de Tecnología (ESO y Bachillerato), y cómo a través de la metodología basada en proyectos (PBL), los alumnos adquieren las competencias[11] requeridas para el trabajo colaborativo e interdisciplinar STEM+ (Robinson, 2015).

2. La Escuela 2.0 y la necesidad de innovar

Hace tiempo que expertos e instituciones educativas[12] están desarrollando experiencias sobre la denominada Escuela 2.0. Los puntos en común son: necesidad de compartir los contenidos que se han creado, nuevos métodos más participativos, comunidad educativa con capacidades y habilidades, metodologías y materiales para atender la diversidad del alumnado, y facilitar el acceso a materiales digitales educativos. Los expertos[13] [14] identifican:

a) Factores que promueven la innovación educativa:

- Equipos docentes sólidos y comunidad educativa receptiva
- Redes de intercambio y cooperación (uso de TIC)
- Contexto social, compromiso y creatividad
- Institucionalización de la innovación
- Reflexión y evaluación
- Políticas de la Administración educativa y formación docente

b) Factores que dificultan la innovación educativa:

- Estructura escolar rígida y casi invariable desde el s.XIX
- Resistencia y rutinas del profesorado

[11] El proyecto DeSeCo (OCDE, 1997) definió el concepto de competencia como “la capacidad de responder a demandas complejas y llevar a cabo tareas diversas de forma adecuada”. <https://www.oecd.org/education/skills-beyond-school/definitionandselectionofcompetencies-deseco.htm>

[12] MECD-INTEF. Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado. <*http://educalab.es/intef/introduccion*>

[13] Estudio sobre innovación educativa en España, Nº17. (MECD, 2011). <https://sede.educacion.gob.es/publiventa/estudio-sobre-la-innovacion-educativa-en-espana/educacion-espana/14970>

[14] Innovación educativa en España: un estudio descriptivo a partir de los datos contenidos en REDINED. <http://redined.mecd.gob.es/xmlui/handle/11162/86731>



- Individualismo y corporativismo
- Pesimismo y malestar docente
- Efectos perversos de las reformas y currículum fragmentado
- Divorcio entre teoría y práctica

A veces, la innovación se produce por el solo hecho de estructurar las ideas, trabajar en equipo y tener en cuenta el contexto social, para que más tarde se concreten en acciones. La innovación va ligada a la manera de cómo se gestiona el aula, y en este sentido, el concepto de hiperaula (Fernández, 2018), "sintetiza la idea de que hay que romper, es posible romper y se está rompiendo ya, con la vieja estructura escolar centrada en el aula, porque esta no es solo un lugar, sino una organización del espacio, del tiempo, de la actividad, de las relaciones con la sociedad y la cultura, con el profesor y los demás alumnos, con los objetos y la información, con el pasado y el futuro, con la necesidad y la oportunidad. En el aprendizaje, el medio es el mensaje, el camino es el destino, la práctica es la didáctica".

Un aspecto de la investigación, es documentar aquellas experiencias educativas más significativas que aporten innovación y buenas prácticas[15].

3. Objetivos de la investigación

Se debe tener en cuenta el fin al que se desea llegar, y evitar en su redacción juicios y consideraciones personales.

Objetivos generales:

- Analizar en el contexto de la materia de Tecnología, el grado de implementación de la metodología PBL (ESO y Bachillerato).
- Determinar qué factores ayudan a mejorar la adquisición de competencias, actitudes y habilidades que requieren los estudiantes.
- Desarrollar estrategias y planes de acción para lograr la participación en proyectos multidisciplinares o interdisciplinares STEM+.

Objetivos específicos:

- Analizar si la organización escolar y curricular de asignaturas, favorece la transición del alumnado entre los diferentes niveles educativos.

[15] Observatorio. Innovación para la inclusión. <https://observatorio.profuturo.education/blog/descarga/gigantes-de-la-educacion/>



- Conocer si la aplicación de diferentes metodologías es la causa principal de la motivación y actitud de los estudiantes por el aprendizaje de la Tecnología.
- Valorar el grado de complementariedad entre el aprendizaje basado en la experimentación, y el aprendizaje virtual de proyectos.
- Desarrollar una herramienta de medición de la validez de todas las fases de la metodología PBL.
- Determinar los factores que favorecen la multidisciplinariedad o interdisciplinariedad entre áreas STEM+.

4. Preguntas de investigación

Para formular una hipótesis tendremos que preguntarnos ¿cuáles son los problemas a investigar? En nuestro caso se trata de identificar lo siguiente:

a) La organización escolar, junto con la estructura curricular por asignaturas, ¿favorecen la adquisición de competencias, conocimientos y habilidades que deben adquirir los estudiantes en CyT?
b) La metodología de aprendizaje basada en proyectos (PBL), en la que el alumnado es parte activa en la investigación del tema o proyecto a resolver, ¿es mejor que la metodología tradicional, en la que el profesorado imparte conocimientos y los alumnos los aplica?
c) Desarrollar todas las fases de la metodología PBL, ¿mejora la capacidad de integración de conocimientos y el trabajo colaborativo de los proyectos tecnológicos?
d) ¿Cómo evolucionan las actitudes y las motivaciones de los estudiantes de Secundaria por aprender Tecnología?
e) ¿Existe alguna relación entre el género, las actitudes y motivaciones hacia el aprendizaje de la Tecnología?, ¿evolucionan de igual manera las actitudes y las motivaciones para ambos géneros recibiendo la misma instrucción?



f) Desde la actual estructura organizativa en los centros educativos, ¿es posible la inclusión de proyectos de carácter multidisciplinar o interdisciplinar STEM+?

g) La administración educativa, ¿apoya iniciativas para mejorar la formación del profesorado y el desarrollo de proyectos multidisciplinares o interdisciplinares STEM+?, y, ¿en qué medida se evita el voluntarismo del profesorado siendo que la innovación educativa repercute en la mejora de la educación?

5. Hipótesis

Una hipótesis es una suposición de algo posible o imposible para sacar de ello una o más conclusiones, es una idea que puede no ser verdadera, pero que está basada en información previa. Su valor reside en la capacidad para establecer más relaciones entre los hechos y explicar por qué se producen. Una hipótesis científica es una proposición aceptable que ha sido formulada a través de la recolección de información y datos, aunque no esté confirmada, sirve para responder de forma alternativa a un problema con base científica.

Hipótesis general:

"Los estudiantes de Secundaria (ESO y BCT) que aprenden a través de metodologías basadas en la resolución de proyectos (PBL), consiguen mejorar significativamente la adquisición de competencias básicas (actitudes, conocimientos y habilidades) necesarias para el trabajo colaborativo e interdisciplinar de áreas STEM+".

Hipótesis específicas:

- La actual estructura escolar es la principal causa del fracaso y abandono de los estudiantes.
- Los contenidos curriculares de las asignaturas STEM son demasiado teóricas.
- La metodología PBL y el uso de otras metodologías de enseñanza y aprendizaje, son factores que inciden en la motivación y actitud de los estudiantes por la tecnología.



- La formación y la actitud del profesorado de CyT, influyen en la adquisición de competencias, habilidades e itinerario formativo de los estudiantes de Secundaria.
- La organización escolar, junto con los recursos y la infraestructura, favorecen la innovación y la integración de áreas STEM+.

6. Desarrollo de la investigación

La investigación seguirá el método científico, incluyendo el análisis cualitativo (entrevistas de opinión) como el análisis cuantitativo (encuestas y experimentos). La tabla 1, resume las tres fases de la investigación: planificación, ejecución y resultados.



FASES	DESCRIPCIÓN	ETAPAS	TAREAS
1 Planificación	En esta fase, el proyecto de la investigación debe resumir qué se va a estudiar, por qué y cómo se va a realizar. Es decir, se deberá definir cuál es el posicionamiento ontológico, epistemológico y metodológico. ○ Definir el problema que se pretende resolver o mejorar. ○ Explorar y seleccionar la documentación pertinente, a través de bases de datos especializadas. ○ Conocer el estado en que se encuentra el tema de investigación en el momento actual. ○ Diseño de experimentos y encuestas (análisis cuantitativo), y entrevistas de opinión a expertos y no expertos (análisis cualitativo).	**1.1.** Análisis del estado del arte. --- **1.2.** Definición del tipo de investigación. --- **1.3.** Análisis estadístico. --- **1.4.** Operacionalización de variables. --- **1.5.** Diseño de cuestionarios y entrevistas. --- **1.6.** Permisos legales de la Administración educativa.	• Consulta de BB.DD. • Selección de conceptos clave: PBL, STEM+ --- • Investigación mixta • Objetivos • Preguntas de investigación • Hipótesis --- • Población y muestra • Método de muestreo • Muestra piloto --- • Definir: conceptos, dimensiones, variables empíricas, categorías, ítems, pruebas estadísticas, y escala • Validación cuestionarios --- • Cuestionarios y entrevistas en profundidad • Participantes: alumnos, profesores, expertos y no expertos en educación --- • Solicitud de permiso • Relación de centros • Cesión de imágenes y datos
2 Ejecución	En esta fase, es el momento de desarrollar propiamente la investigación a fin de lograr los objetivos propuestos. ○ Imaginar una o varias respuestas probables, y deducir las consecuencias de las hipótesis emitidas. ○ Hacer operativos los objetivos y su desarrollo metodológico. ○ Observar y contrastar la realidad en función de las hipótesis planteadas, a través del trabajo de campo *in situ*. ○ Tratamiento de datos y resultados estadísticos (SPSS) y cualitativos (ATLAS).	**2.1.** Trabajo de campo --- **2.2.** Prueba piloto --- **2.3.** Prueba definitiva	• Visita *in-situ* a los 17 IES seleccionados • Entrega de documentación --- • Preparar cuestionarios con Survey Monkey • Recogida de datos de 3 IES piloto. Procesado de datos con SPSS y ATLAS • Validez de la prueba Alpha Cronbach >=0,75 --- • Realizar cuestionarios y entrevistas *in-situ* • Completar el estudio con los otros 14 IES • Obtener valoraciones
3 Resultados	En esta fase, se deben exponer los resultados de la investigación, y elaborar un documento donde se describa el proceso de cómo se llegó a dichos resultados. ○ Analizar e interpretar los datos obtenidos, y establecer conclusiones a través de los resultados de la investigación. ○ Redacción, preparación y presentación de la investigación. ○ Extender las conclusiones y establecer el marco adecuado para incrementar el interés y la motivación por el conocimiento de las tecnologías.	**3.1.** Publicación de resultados	• Redactar informe publicable • Extrapolar resultados, y proponer buenas prácticas • Redactar todos los apartados de la investigación • Presentar los resultados en los foros de debate adecuados

Tabla 1. Fases de la investigación. (Fuente: elaboración propia)



Otro de los aspectos que pretende el estudio, es que los estudiantes sean capaces de diseñar su propio Entorno de Aprendizaje Personal (PLE), entorno tecnológico centrado en lo que hace el alumno y caracterizado por la flexibilidad para aprender mediante las TIC, de manera que les permita integrar tanto las tecnologías y herramientas, como los procesos y prácticas, puesto que el sujeto que aprende, explora, define y desarrolla cualidades metacognitivas adquiere las competencias digitales.

Un PLE es el conjunto de *software* necesario para realizar las tareas de un proyecto. Existe infinidad de *software*, cada uno se clasifica en función del tipo de tarea a realizar, como, por ejemplo: a) Estructurar ideas, crear y diseñar; b) Buscar información y aprender; c) Organizar y compartir; d) Comunicar, interactuar y publicar.

Además, en la actualidad los estudiantes aprenden a organizar su propia Red de Aprendizaje Personal (PLN), con el objetivo de implementar los conocimientos adquiridos a través del aprendizaje virtual y en redes colaborativas. A través de una red PLN, los alumnos se mantienen en contacto e intercambian información. Diseñar un PLN, es la forma en que nos conectamos para ayudarnos a aprender, es un sistema que ayuda a tomar el control para gestionar el propio aprendizaje.

La investigación pretende contrastar que la metodología PBL es realmente una herramienta pedagógica que acerca al estudiante al mundo real, y en concreto al mundo de la tecnología y de la técnica (Canonge y Ducel,1992). Los alumnos de manera colaborativa deben saber resolver problemas tecnológicos de la vida cotidiana. La metodología PBL, si va acompañada de otras medidas organizativas a nivel escolar, consigue que los estudiantes cooperen y adquieran de manera eficaz conocimientos y habilidades, además de tener una visión global y saber resolver los problemas planteados.

Analizar objetos y sistemas técnicos, diseñar, experimentar y desarrollar proyectos en el ámbito de la enseñanza de las tecnologías (Baigorri, 1997), amplía el nivel de conocimientos, además de mejorar significativamente la adquisición



de competencias en creatividad y habilidades del “saber hacer” que requieren los estudiantes de secundaria (12-18 años).

Para que sea efectiva la interdisciplinariedad STEM, es necesario analizar los currículos de las diferentes asignaturas y niveles educativos, así como saber gestionar la complejidad que supone trabajar de manera colaborativa entre el profesorado y alumnado (Gimeno y Pérez, 1994).

Es obvio que partimos de un sistema educativo estructurado por materias de conocimiento, compartimentadas en un horario semanal. El modelo A (Fig. 1), representa el recorrido académico caracterizado por la secuencia de contenidos según nivel de dificultad, en donde el profesorado desarrolla los contenidos, establece los tiempos y guía los proyectos de menor a mayor dificultad.

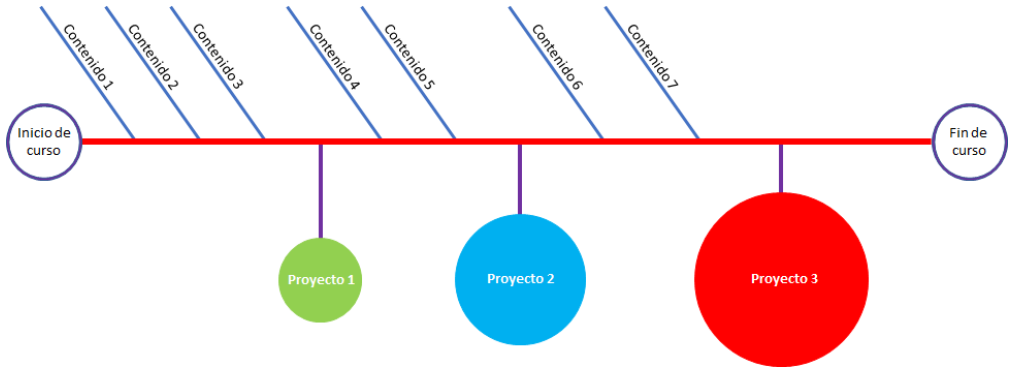


Fig. 1 Modelo A. Enseñanza-Aprendizaje tradicional. Los contenidos se desarrollan de manera secuencial (Fuente: elaboración propia)

El modelo B (Fig. 2), se basa en el desarrollo de contenidos en función de los proyectos elegidos normalmente por el profesorado. Los contenidos curriculares se adaptan a la tipología de los proyectos, es decir, algunos contenidos se van desarrollando a lo largo del curso y pueden incluirse en varios proyectos.



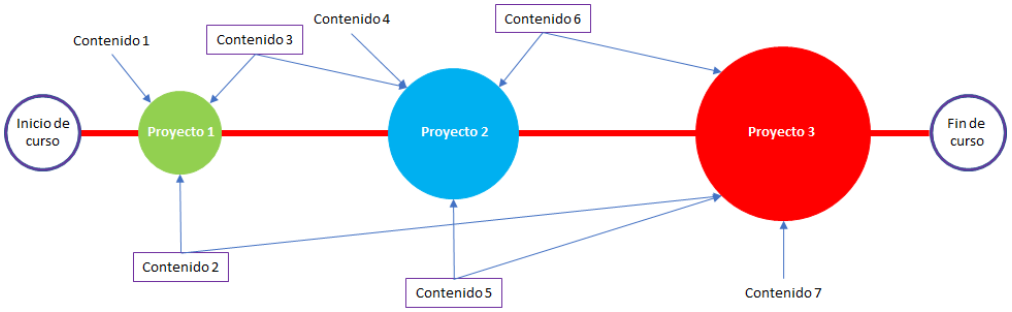


Fig. 2 Modelo B. Enseñanza-Aprendizaje de contenidos ligados a proyectos de la misma asignatura (Fuente: elaboración propia)

Conviene precisar, que la *multidisciplinariedad* entre varias materias no es una integración de áreas de conocimiento, ya que las materias participantes conservan sus métodos y el profesorado adopta una relación de colaboración temporal con objetivos comunes. Mientras que la *interdisciplinariedad* es una integración de las prácticas y métodos entre las materias participantes, lo que supone un mayor grado de integración y de colaboración.

El modelo C (Fig. 3), se basa en el desarrollo de proyectos multidisciplinares, integrando contenidos de otras áreas del currículo en el proyecto elegido (p.e. Matemáticas, Informática, Dibujo, Ciencias, etc.)

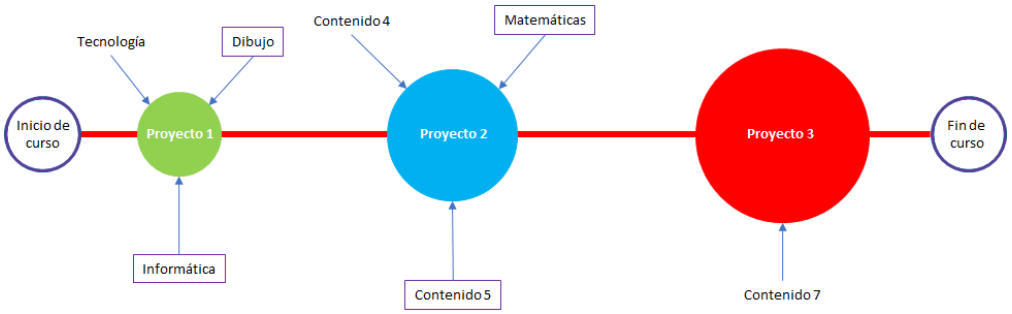


Fig. 3 Modelo C. Enseñanza-Aprendizaje por proyectos multidisciplinares en función del proyecto elegido (Fuente: elaboración propia)

El modelo D (Fig. 4), se basa en el desarrollo de proyectos interdisciplinares (p.e. en red -*online*-). Proyectos, contenidos y materias del currículo son compartidos con otros departamentos o centros educativos con un mismo objetivo, el intercambio de conocimientos.



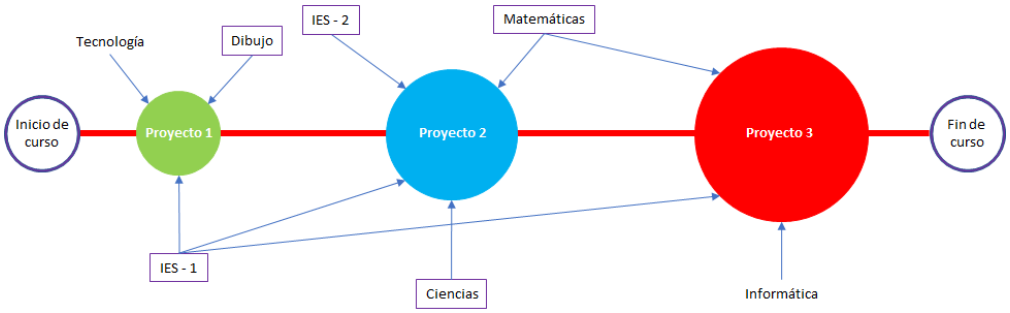


Fig. 4 Modelo D. Enseñanza-Aprendizaje por proyectos interdisciplinares entre diversos centros educativos conectados en RED (Fuente: elaboración propia)

La propuesta interdisciplinar STEM, viene a suplir el conocimiento compartimentado de las asignaturas del currículo. Una manera de organizar la integración de áreas, es que una materia asuma la coordinación con otras materias afines.

Los ejemplos que a continuación se exponen (Fig. 5 y 6) pueden ilustrar la idea, donde la materia de Tecnología coordina los contenidos y los proyectos de las materias participantes. En una primera fase pueden participar dos o tres asignaturas, y en la medida que la experiencia sea positiva, pueden integrarse otras materias. En el ejemplo de 4ºESO pueden integrarse en un proyecto STEM entre tres y ocho asignaturas.

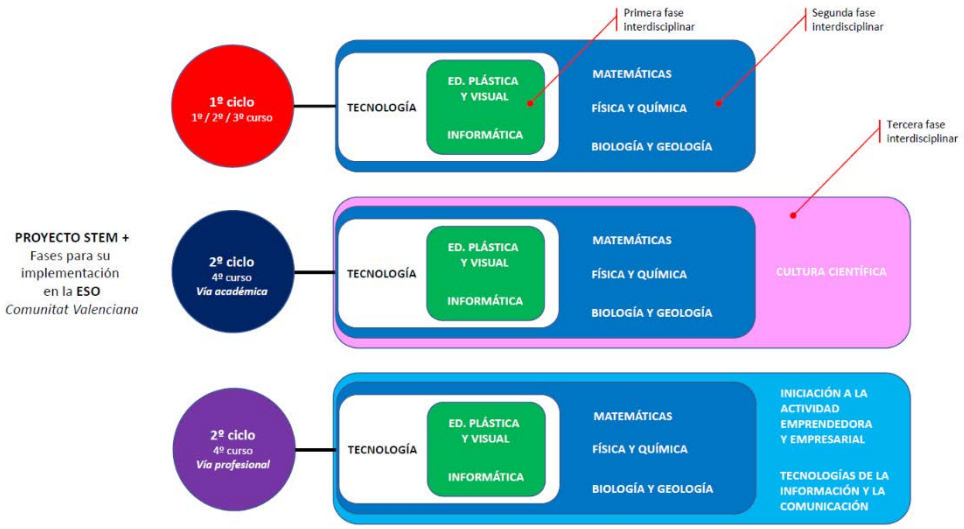


Fig. 5 Fases para la implementación de un proyecto STEM para la ESO (Fuente: Elaboración propia)



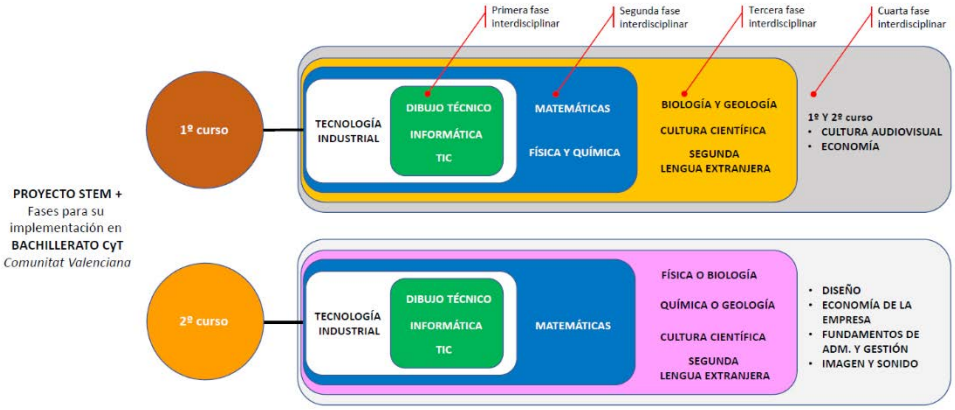


Fig. 6 Fases para la implementación de un proyecto STEM para BACHILLERATO (Fuente: Elaboración propia)

7. Datos cuantitativos

Contrastar datos y elaborar conclusiones cuantitativas, implica realizar un "trabajo de campo". Los centros públicos de Educación Secundaria (ESO y Bachillerato de Ciencias) en la C. Valenciana son:

PROVINCIA	IES públicos Ed. Secundaria (ESO)	IES públicos Ed. Secundaria (ESO + BC)	IES públicos Ed. Secundaria (BC)
Alacant	136	129	7
Castelló	49	40	9
València	172	**156**	16
Total	**357**	**325**	**32**

Tabla 2. Centros públicos por provincias de la C. Valenciana (Fuente: Conselleria d'Educació)

Para realizar el análisis cuantitativo es necesario conocer la muestra representativa (n) y el error muestral (e):

Muestra (n):

$$n = \frac{N \cdot \sigma^2 \cdot Z_\alpha^2}{e^2 \cdot (N-1) + \sigma^2 \cdot Z_\alpha^2}$$

Error muestral (e):

$$e = Z_\alpha \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{N}} \cdot \sqrt{\frac{N-n}{N-1}}$$

Según *tablas de distribución normal estándar*, elegimos el nivel de confianza:

Valor Z_α	0,84	1,28	1,35	1,40	1,47	1,55	1,64
Nivel de confianza Z_α	80%	90%	91%	92%	93%	94%	95%



Siendo:

N	Tamaño de la población (centros públicos C.V.)	357 (ESO) ; 325 (ESO+BC)
σ	Desviación estándar	0,5
Z_α	Valor del nivel de confianza	95%
e	Límite aceptable de error	0,05

Según la ecuación anterior, la muestra (n) a realizar por provincias será de:

	IES públicos con ESO		IES públicos con BC		IES públicos ESO+BC	
PROVINCIA	**Población (N_1)**	**Muestra (n_1)**	**Población (N_2)**	**Muestra (n_2)**	**Población (N_3)**	**Muestra (n_3)**
Alacant	136	90	7	6	129	87
Castelló	49	41	9	8	40	35
València	172	105	16	11	**156**	**99**
Total	357	**236** centros a encuestar	32	**25** centros a encuestar	**325**	**221** centros a encuestar

Tabla 3. Distribución de centros públicos por provincias de la C. Valenciana y muestra representativa (Fuente: Elaboración propia)

Interesa analizar los centros públicos que dispongan la ESO y la modalidad de Ciencias del Bachillerato (BC). Para obtener de resultados cuantitativos, es necesario obtener datos *in-situ* a través del diseño de cuestionarios dirigidos al alumnado y profesorado. Para la obtención de resultados cualitativos, se realizarán entrevistas en profundidad a expertos y no expertos en educación.

Debido al exceso de tareas que supone el "trabajo de campo", la investigación se centrará sólo en la provincia de València, cuya población (N_3) es de 156 IES (ESO + BC), y cuya muestra (n_3) representativa es de 99 centros. Los cuestionarios previstos por centro educativo son:

Niveles	Cursos	≈ Alumnos	
ESO	1º Troncal	25	
	2º Troncal	25	
	3º Optativa	15	
	4º Vía académica	20	
	4º Vía profesional	20	
FP-Básica	1º FP-Básica	15	
	2º FP-Básica	15	
Bachillerato CyT	1º Específica	10	
	2º Específica	10	
	Total	**155**	**Cuestionarios por cada IES**

Tabla 4. Relación de los niveles, cursos y número de alumnos previstos para realizar los cuestionarios por centro educativo. (Fuente: Elaboración propia)

Realizar 155 cuestionarios por los 99 centros de la provincia de València,



supone una carga de trabajo muy elevada: 15 345 cuestionarios (alumnos) y 396 cuestionarios (profesores).

	Muestra (n_3) IES públicos ESO + BC				
PROVINCIA	Centros ESO+BC	nº alumnos por IES	nº profesores por IES	nº cuestionarios ALUMNOS	nº cuestionarios PROFESORES
Alacant	87	155	4	13 485	348
Castelló	35	155	4	5 425	140
València	99	155	4	**15 345**	**396**
				Total cuestionarios 34 255	Total cuestionarios 884

Tabla 5. Muestra representativa del número de centros, alumnos y profesores previstos para realizar los cuestionarios. (Fuente: Elaboración propia)

Ahora bien, si calculamos la "muestra estratificada con afijación proporcional del 10%", en donde a cada estrato se le asigne un número de unidades muestrales proporcional a su tamaño, tenemos que:

$$nh = Nh * k \quad \text{donde} \quad k = \frac{n}{N}$$

Para encontrar un intervalo de confianza a $\bar{X}$, se necesita conocer la varianza del estimador:

$$VAR\,(\bar{X}) = \frac{(1-k)}{n} \sum_{i=1}^{L} Wh * S^2$$

Donde:

$$k = \frac{n}{N} \quad \text{y} \quad Wh = \frac{Nh}{N} \quad \text{y} \quad h = 1,\ 2,\ ....,\ L\ estratos$$

El tamaño de la muestra estratificada con afijación proporcional, es:

$$n = \frac{\sum_{i=1}^{L} Wh * Sh^2}{e^2 + \frac{1}{N} * \sum_{i=1}^{L} Wh * Sh^2} \qquad (*)$$

Existen dos opciones:

a) Considerar el número de estratos sea 2 (ESO y ESO+BC):
   - Tamaño población (N_1): IES con ESO = 357
   - Tamaño población (N_2): IES con BCT = 32
   - Tamaño población (N_3) C. Valenciana: IES con ESO y BC = 325
   - Tamaño muestra (n) calculada: 70 (*)



- La afijación simple será: 70 / 2, lo que significa que hay que elegir de cada estrato a 35 sujetos

ESTRATO	Identificación	Nº sujetos en el estrato	Proporción	Muestra del estrato
1	IES con ESO	357	357 → 100% 325 → x **91,03%**	100% → 70 91,03% → x' **63,72**
2	IES con BCT	32	357 → 100% 32 → y **8,96%**	100% → 70 8,96% → y' **6,27**
		correcto	**100%**	**70**

Tabla 6. Relación del número de estratos y la muestra representativa. (Fuente: Elaboración propia)

a) Considerar que el número de estratos sea 3 (Alacant, Castelló, València):

- Tamaño población (N_1): IES con ESO = 357
- Tamaño población (N_2): IES con BCT = 32
- Tamaño población (N_3) C. Valenciana: IES con ESO y BC = 325
- Tamaño muestra (n) calculada: 70 (*)
- La afijación simple será: 70 / 3, lo que significa que hay que elegir de cada estrato a 23 sujetos (Alacant 27, Castelló 9, València 34).

ESTRATO	Identificación	Nº sujetos en el estrato	Proporción	Muestra del estrato
1	Alacant	ESO+BC = 129 (N_3)	325 → 100% 129 → x **39,69%**	100% → 70 39,69% → x' **27,78**
2	Castelló	ESO+BC = 40 (N_3)	325 → 100% 40 → y **12,30%**	100% → 70 12,30% → y' **8,61**
3	València	ESO+BC = 156 (N_3)	325 → 100% 156 → z **48,00%**	100% → 70 48% → z' **33,6**
		correcto	**100%**	**70**

Tabla 7. Relación del número de estratos y la muestra representativa por provincias de la C. Valenciana. (Fuente: Elaboración propia)

Como se observa, la opción (b) es la más adecuada, ya que reduce considerablemente el número de centros a encuestar. Aplicando la fórmula de muestra estratificada (*) se obtiene la muestra en cada provincia. En el caso de la provincia de València será de 17 centros a encuestar, tal y como se indica en la Tabla 8.



	IES públicos ESO		IES públicos ESO+BC		
PROVINCIA	Población (N_1)	Muestra (n_1) estratificada con afijación proporcional 10%	Población (N_3)	Muestra (n_3) estratificada con afijación proporcional 10%	Muestra del estrato
Alacant	136	14	129	13	27
Castelló	49	5	40	4	9
València	172	17	**156**	**17**	34
Total	357	36 centros a encuestar	325	34 centros a encuestar	70

Tabla 8. Relación del número de muestras a realizar por provincias y niveles educativos ESO y BCT. (Fuente: Elaboración propia)

En resumen, el número de cuestionarios y entrevistas a realizar será:

IES participantes	17	Nº Cuestionarios / Nº Entrevistas	Análisis
Alumnado por IES	155	155x17 = **2 635 cuestionarios**	Cuantitativo
Profesorado Dep.Tecnología	4	4x17 = **68 cuestionarios**	
Expertos en educación	≈ 50	**50 entrevistas**	Cualitativo
No expertos en educación	≈ 50	**50 entrevistas**	

Tabla 9. Relación del número de IES participantes, y cantidad de cuestionarios y entrevistas a realizar. (Fuente: Elaboración propia)

La realización de los cuestionarios tendrá una duración aproximada de entre dos y cuatro días a lo largo del tercer trimestre de 2019, o inicio del curso 2019-20. Para la selección de los 17 IES públicos de la provincia de València se tendrá en cuenta: a) radio de acción <80Km (5 centros del ámbito rural), b) radio de acción <20Km (6 centros del cinturón de València), y c) radio de acción 0Km (6 centros de la ciudad de València). Las muestras se tomarán a cuatro grupos: profesorado, alumnado, expertos y no expertos en educación. Posteriormente a la realización del trabajo de campo, y a la vista de la obtención de datos, se realizará un estudio empírico, tratamiento de datos y resultados estadísticos a través de SPSS (análisis cuantitativo) y ATLAS (análisis cualitativo).

8. Diseño de cuestionarios y entrevistas

Los cuestionarios (análisis cuantitativo) tratan de desvelar informaciones relevantes sobre la enseñanza y el aprendizaje de la materia de Tecnología en Educación Secundaria, así como valorar lo relativo a la adquisición de competencias y habilidades, motivaciones y actitudes, el aprendizaje basado en problemas o proyectos (PBL), y el trabajo colaborativo e interdisciplinariedad STEM+.



Los cuestionarios serán anónimos y su tratamiento estadístico estará enfocado para conocer el estado de opinión de los participantes (Vázquez y Manassero, 2007). Es recomendable en formato digital (online), y diseñados a través de los programas generadores de encuestas como, *SurveyMonkey* o *Google Drive*. El tiempo estimado para completar los cuestionarios será de dos sesiones de aproximadamente 30 a 45 minutos.

Las entrevistas (análisis cualitativo), tienen como objetivo que el entrevistador realice preguntas en profundidad a las personas entrevistadas, para obtener un conocimiento de las experiencias y opiniones. Una entrevista es en esencia una conversación provocada y guiada por el entrevistador y dirigida a los sujetos elegidos sobre la base de un plan de investigación. Su finalidad es de tipo cognoscitivo con preguntas de respuesta abierta. Debe existir un buen clima comunicativo entre entrevistado, entrevistador e información.

Los programas más utilizados para la recogida de datos cualitativos y de métodos mixtos son: *SPSS, NVivo, XLStat, QDA* o *ATLAS*. El tiempo estimado para completar las entrevistas es de aproximadamente 60 a 90 minutos.

A posteriori de la entrevista, se solicitará a los entrevistados, completar por *Internet* un documento con las preguntas discutidas en las conversaciones. Su finalidad será para que aporten respuestas más reflexionadas.

9. Operacionalización de variables

El principal objetivo de las investigaciones cuantitativas es medir de la forma más exacta la realidad. La medición es la aplicación de un instrumento (en este caso serán los cuestionarios) para cuantificar de algún modo observaciones de la realidad. El proceso de medición se realizará a partir de la operacionalización, de manera que pasamos de un concepto teórico, que manejamos en el planteamiento de la investigación y que generalmente es muy difícil de medirlo en la realidad directamente, hasta un concepto empírico, transformado por el investigador para poderlo medir en la realidad social. Con un buen proceso de operacionalización se consigue un buen cuestionario. El proceso de operacionalización implica realizar las siguientes tareas (Tabla 10 y 11).



FASES	CARACTERÍSTICAS
1. Identificar **CONCEPTOS**	Ideas abstractas, con carácter multidimensional. No directamente observables. También se denominan "variables latentes". Son producto de las reflexiones teóricas a las que accede el investigador (propias o de otros investigadores).
2. Identificar **DIMENSIONES** para cada concepto	Hacen referencia a los aspectos, facetas o propiedades específicas de un concepto que queremos investigar.
3. Identificar **INDICADORES** o **VARIABLES EMPÍRICAS** para cada dimensión	Cuantificación de las dimensiones de conceptos y construcción de métricas precisas. Es recomendable elaborar una lista lo más exhaustiva posible de indicadores para cada dimensión, siempre que sean significativos. Es recomendable revisar investigaciones previas a la nuestra para observar qué indicadores han utilizado otros investigadores para medir nuestro tema o problema. Las variables son características observables de algo que son susceptibles de adoptar distintos valores o de ser expresadas en varias categorías.
4. Identificar **VALORES** o **CATEGORÍAS** para cada variable	Son el conjunto valores o estados que puede adoptar una variable. Son mutuamente exclusivos (no deben solaparse) y totalmente inclusivos (las categorías deben contener todas las posibilidades que la variable puede contener en la realidad).
5. Elegir y realizar **PRUEBAS ESTADÍSTICAS**	Según los datos de la investigación, se elegirá la prueba estadística más adecuada a aplicar. La estadística inferencial es una técnica explicativa que utiliza muestras representativas de una población para comprobar la certeza de nuestras afirmaciones (hipótesis). Esta certeza se expresa en términos de probabilidad. Si la probabilidad es alta, entonces consideraremos que la afirmación "es correcta" (o al menos no podemos rechazarla). En caso contrario, si la probabilidad de que nuestra afirmación sea cierta es baja, la rechazaremos por incorrecta. El problema muchas veces viene en el momento en el que queremos seleccionar la prueba estadística correcta. Para lo cual, hay que saber con precisión: ¿Cuál es el objetivo? y ¿De qué tipo de datos se dispone?

Tabla 10. Fases de la operacionalización de variables: definición de conceptos, dimensiones, indicadores, categorías y pruebas estadísticas a realizar. (Fuente: Elaboración propia)

CONCEPTOS	DIMENSIONES	VARIABLES EMPÍRICAS Indicadores	CATEGORÍAS Escala valoración	ÍTEMS Preguntas cuestionario	Pruebas estadísticas
C1: Identificación	D1: Datos sociodemográficos	V1: Curso académico (ESO, FP-Básica, Bachillerato) V2: Género V3: Lugar de nacimiento (alumno / padres) V4: Estudios (madre / padre) V5: Situación académica V6: Personas que ayudan en tus estudios V7: Asignaturas Primaria-Secundaria (+ y - valoradas) V8: Aficiones personales	Pueden ser: nominales, ordinales, de intervalo, o de razón	1º / 2º / 3º / 4º Acad. / 4º Prof. / FP-B / 1º Bach. / 2º Bach. Chica / Chico Madre / Padre / Ciudad / País de origen Primaria / ESO / Bachillerato / FP / Universidad Curso por año / 1 pendiente / 2 pendientes / repite curso De respuesta múltiple Indicar 3 + valoradas / indicar 3 – valoradas De respuesta múltiple	Dependerá de los objetivos, hipótesis, tipos de variables y de los datos de la investigación. Si se han diseñado los cuestionarios, habrá que hacer pruebas de validación (Alpha de Cronbach). Las pruebas estadísticas se clasifican en **paramétricas** (gran tamaño muestra >20), y **no paramétricas** (muestra <20). Se utilizará la técnica estadística más apropiada: tablas descriptivas de frecuencia y porcentaje, Tablas de contingencias (Chi-Cuadrado, T-Student, Coef.Spearman, Pearson, Wilcoxon, Kruskall-Wallis, ...).
C2: Estructura educativa	D2: Organización escolar	V9: Centro educativo V10: Organización curricular ESO V11: Grado de valoración asignaturas ESO V12: Organización curricular Bachillerato V13: Grado de valoración asignaturas Bachillerato V14: Organización curricular FP V15: Grado de valoración asignaturas FP V16: Competencias básicas (Inst. / Interp. / Sistém.) V17: Currículo e itinerario formativo ESO y BCT V18: Currículo de Tecnología ESO y BCT V19: Escuela del siglo XXI		Opinión (10 preguntas) ESO (9 preguntas) ESO (18 preguntas) Bachillerato (8 preguntas) Bachillerato (25 preguntas) FP (7 preguntas) FP (10 preguntas) C. Instrumentales (32) / C. Interpersonales (19) / C. Sistémicas (36) Grado de dificultad ESO y BCT (Likert 1 - 4) Valora los contenidos: ESO (10), BCT (10). Escala (0 - 1 - 2) Opinión (19 preguntas)	
C3: Metodología PBL	D3: Capacidades en PBL	V20: Método de proyectos PBL V21: Fase 0: Identificación del problema V22: Fase 1: Organización de los equipos V23: Fase 2: Definición del problema V24: Fase 3: Generación de ideas V25: Fase 4: Planteamiento de respuestas e hipótesis V26: Fase 5: Análisis e investigación V27: Fase 6: Experimentación y construcción V28: Fase 7: Funcionamiento y presentación V29: Fase 8: Autoevaluación y coevaluación		Opinión (11 preguntas). Escala Likert (1-5) Opinión (5 preguntas). Escala Likert (1-5) Opinión (5 preguntas). Escala Likert (1-5) Opinión (5 preguntas). Escala Likert (1-5) Opinión (6 preguntas). Escala Likert (1-5) Opinión (5 preguntas). Escala Likert (1-5) Opinión (5 preguntas). Escala Likert (1-5) Opinión (7 preguntas). Escala Likert (1-5) Opinión (5 preguntas). Escala Likert (1-5) Opinión (5 preguntas). Escala Likert (1-5)	
	D4: Aprendizaje virtual / experimental	V30: Uso de las TIC y Taller V31: Resolución técnica de proyectos		Opinión (10 preguntas). Escala Likert (1-5) Opinión (10 preguntas). Escala Likert (1-5)	
C4: Integración de áreas STEM+	D5: Rol del profesorado / alumnado	V32: Motivación y actitud V33: Trabajo en equipo y colaboración V34: Percepción social por la CyT		Opinión (5 preguntas). Escala Likert (1-5) Opinión (5 preguntas). Escala Likert (1-5) Opinión (30 preguntas). Escala Likert (1-5)	
	D6: Organización e infraestructura	V35: Coordinación entre asignaturas STEM+ V36: Planificación de actividades V37: Espacios y recursos V38: Buenas prácticas escolares		Opinión (5 preguntas). Escala Likert (1-5) Opinión (5 preguntas). Escala Likert (1-5) Opinión (5 preguntas). Escala Likert (1-5) Opinión (5 preguntas). Escala Likert (1-5)	
	D7: Tecnología y proyectos STEM+	V39: Motivación e interés por participar en STEM+ V40: Habilidades requeridas STEM+ V41: Proyectos multidisciplinares e interdisciplinares V42: Proyectos de interés STEM+ V43: Gestión de proyectos		25 Ciencias / 25 Tecnología / 25 Ingeniería / 25 Matemáticas Opinión (5 preguntas). Escala Likert (1-5) Opinión (5 preguntas). Escala Likert (1-5) Opinión (7 preguntas). Escala Likert (1-5) Fichas proyectos reales (vistas/perspectiva/explosión)	

Tabla 11. Proceso y características de la operacionalización de variables. (Fuente: Elaboración propia)



10. Conclusiones

Las iniciativas llevadas a cabo por la *Conselleria d'Educació*, como la red de centros de formación del profesorado CEFIRE-STEM, el Decreto 51/2018 (DOCV 8284, 27 abril) por el que se introducen nuevas materias, entre las que se destacan: "Talleres de Refuerzo", "Talleres de Profundización" y "Proyecto interdisciplinario", así como la organización del "II Congreso Internacional STEM" (Burjassot, 9-10 nov. 2018), son un buen ejemplo para medir el incremento de proyectos de innovación educativa.

De la misma manera, se prevé un incremento de programas y actividades relacionadas con la interdisciplinariedad de áreas STEM+ y la metodología por proyectos (PBL). La Comisión de Educación de la UE promueve entre otros programas el denominado SCIENTIX, cuyo objetivo es el *aprendizaje virtual* contrastado con el *aprendizaje de taller* a través de la realización de experimentos y prototipos.

Es importante que las instituciones educativas y la sociedad en general, tengan una mejor percepción social de la Formación Profesional y del actual Bachillerato de Ciencias, entre otras razones porque urge aumentar el porcentaje de alumnos que acceden a Formación Profesional respecto de Bachillerato, así como incrementar el número de estudiantes universitarios con formación STEM+.

Los datos analizados sobre rendimiento académico y de motivación por el aprendizaje dejan un lastre de pérdida de talento de los jóvenes. El 34% de los jóvenes a partir de los 16 años (4º ESO) abandonan los estudios.

En 4ºcurso ESO se organizan dos itinerarios, la *vía académica* (acceso a Bachillerato) y la *vía profesional* (acceso a Formación Profesional). En la práctica no se cursa Tecnología en la *vía académica*, por tanto, los alumnos abandonan la formación tecnológica en Bachillerato, entre otras cuestiones porque no es evaluable en la EvAU.

Es preocupante que los jóvenes de 16 años, el 18,5% no terminaron la ESO, y que sólo el 66% siguieron estudios a través de FP o de Bachillerato, y el 34% no siguió ningún tipo de estudios. Los alumnos que siguen estudios de FP-



Básica es sólo del 4,24%, mientras que el 23,95% acceden a FP-GM, y el 24,30% que acceden a FP-GS, frente a los que acceden a Bachillerato (en sus tres modalidades) es del 47,49%. La pérdida de matrícula en Ingeniería y Arquitectura es del 9,8% interanual, pese a la necesidad de empleo tecnológico que requiere una economía basada en la innovación. Las mujeres en Ingeniería representan el 23,6% y los hombres el 76,4%.

La investigación profundiza sobre cómo los estudiantes adquieren conocimientos en red, cómo colaboran y usan herramientas *web 2.0* (PLE y PLN), y cómo las metodologías (PBL), ayudan a motivar a los estudiantes.

La organización del horario escolar y el aprendizaje por asignaturas estancas del currículo, no favorece la motivación, ni la utilidad de lo que se estudia. La propuesta de integración de áreas STEM, facilitará el trabajo colaborativo entre el profesorado, así como el cambio metodológico que supone aprender a resolver problemas reales a través de la realización de experimentos o proyectos, haciendo compatible el *aprendizaje virtual* - *aprendizaje experimental de taller*.

La investigación se centra en el análisis de 17 centros de Secundaria de la provincia de València. Se pretende realizar 2 635 cuestionarios (alumnado), 68 cuestionarios (profesorado), 50 entrevistas (expertos) y 50 entrevistas (no expertos en educación), para concluir el estudio estadístico en 2020.

La elaboración de preguntas de los cuestionarios sigue el proceso de operacionalización de variables, conjugando conceptos, dimensiones, variables empíricas, y categorías. El procesamiento de datos y obtención de resultados cuantitativos se realizará con el programa estadístico SPSS, y la obtención de resultados cualitativos con el programa ATLAS.

Referencias

[1] BAIGORRI, J., BACHS, X., CISNEROS, Mª R., GONZÁLEZ, L., MANZANO, J. y PENALBA, V. (1997). Enseñar y aprender tecnología en la educación secundaria. Barcelona: ICE-Horsori Universitat de Barcelona, pp 165-167.

[2] CANONGE, F. y DUCEL, R. (1992). La educación técnica. Barcelona: Paidós Educador, pp 145-164.

[3] CASTAÑEDA, L. y ADELL, J. (2013). Entornos personales de aprendizaje: claves para el ecosistema educativo en red. Alcoi: Marfil, pp 53-66.



[4] FERNÁNDEZ ENGUITA, M. (2018). Hacia la hiperaula. Cuadernos de pedagogía nº487. Barcelona: Wolters Kluwer, pp 12-14.
[5] FERNÁNDEZ, M. (2018). Más escuela y menos aula. Madrid: Morata, pp 146-153.
[6] GIMENO, J. y PÉREZ, A.I. (1994). Comprender y transformar la escuela. Madrid: Morata, pp 210-213.
[7] HARGREAVES, A. (2003). Enseñar en la sociedad del conocimiento. Barcelona: Octaedro, pp 214.
[8] MARINA, J.A. (2010). La educación del talento. Barcelona: Ariel, pp 15-18.
[9] ROBINSON, K. (2015). Escuelas creativas. Barcelona: Grijalbo, pp 41-42 y 198-203.
[10] SALINAS, J., PÉREZ, A. y BENITO, B. de. (2008). Metodologías centradas en el alumno para el aprendizaje en red. Madrid: Síntesis, pp 103-130.
[11] VÁZQUEZ, Á. y MANASSERO, Mª A. (2007). Los intereses curriculares en ciencia y tecnología de los estudiantes de secundaria. Palma de Mallorca: Universitat de les Illes Balears, pp 37-44 y 171-176.

Páginas web

BLOG DE MARIANO FERNÁNDEZ ENGUITA. <https://sites.google.com/view/mfenguita/hiperaula>
COMMON FRAMEWORK FOR DIGITAL COMPETENCE OF TEACHERS. <https://intef.es/blog/common-framework-for-digital-competence-of-teachers/>
CONSELLERIA D'EDUCACIÓ, INVESTIGACIÓ, CULTURA I ESPORT. *Servei d'Ordenació acadèmica. Currículo LOMCE ESO y Bachillerato por materias*. <http://www.ceice.gva.es/web/ordenacion-academica/curriculo-eso-bachillerato-por-materias/-/documentos/eaWDKFxNg2Dz/folder/162655315?p_auth=9E9Pz3hu>
CUADERNO DE CAMPO. M. FERNÁNDEZ ENGUITA. ¿Tecnología para crecer o para entretenernos? La brecha de uso de las nuevas tecnologías en la escuela española. <http://blog.enguita.info/2018/03/tecnologia-para-crecer-o-para.html>
DESIGNING THE FUTURE OF CLASSROOM. Innovative technologies for engaging classrooms. <*http://itec.eun.org, http://fcl.eun.org/about, http://envisioning.io/education/*>
DIGITAL LIFE IN 2018. <https://www.limelight.com/blog/state-of-digital-lifestyles-2018/>
INFORME PISA. (2015). Programa para la evaluación internacional de los alumnos. Informe español. Madrid: MECD. <https://www.mecd.gob.es/inee/evaluaciones-internacionales/pisa/pisa-2015.html>
INNOVACIÓN EDUCATIVA. Serie "Herramientas de apoyo para el trabajo docente". Texto 1 (UNESCO oficina de Perú, marzo 2016). <http://docentesinnovadores.perueduca.pe/wp-content/uploads/2017/05/UNESCO_INNOVACI%C3%93N.pdf>
INTED. Paper search tool. <https://iated.org/concrete3/session_overview.php?event_id=30>



LA INTEGRACIÓN DE LAS TIC Y LOS LIBROS DE TEXTO DIGITALES EN LA EDUCACIÓN. <http://www.aulaplaneta.com/descargas/aulaPlaneta_Dossier-estudio-TIC.pdf>
MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE. Enseñanzas no universitarias. Estadísticas de la educación. <http://www.mecd.gob.es/servicios-al-ciudadano-mecd/estadisticas/educacion/no-universitaria.html>
NMC Horizon Repot: 2017 k-12. <https://www.nmc.org/publication/nmccosn-horizon-report-2017-k-12-edition/>
OECD. PISA IN FOCUS. (2014). ¿Los jóvenes de 15 años son creativos a la hora de resolver problemas?
<http://www.mecd.gob.es/dctm/inee/pisa-in-focus/%20pisa-in-focus-n38-esp-1-4-2014.pdf?documentId=0901e72b81904916>
RED EDUCATIVA ESCOLAR (TICHING). <http://www.tiching.com/>
SCIENTIX. The community for science education in Europe. <http://www.scientix.eu/>
UNESCO. (2001). La enseñanza de las ciencias, la tecnología y las matemáticas en pro del desarrollo humano. Goa: Unesco-Castme.
<https://es.scribd.com/document/142725393/Informe-Unesco>



Educación científica y ciencia ciudadana en fiestas masivas: el proyecto Synapsis UV-FPJ

Daniel García-Costa[1], Francisco Grimaldo[1], Lucía Hipólito[2], Yolanda Campos-Jurado[2], Emilia López-Iñesta[1]

daniel.garcia@uv.es, francisco.grimaldo@uv.es, lucia.hipolito@uv.es, yolanda.campos@uv.es, emilia.lopez@uv.es

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria - Universitat de València, Facultat de Magisteri - Universitat de València, Facultat de Farmàcia - Universitat de València,

Modalidad: Comunicación.
Nivel educativo: Internivel.

Resumen

"Synapsis UV-FPJ" es un proyecto de educación y ciencia ciudadana sobre redes neuronales y neurociencia con el objetivo de divulgar y difundir la evolución histórica de los modelos conexionistas y explorar la relación de estos con los últimos avances en los campos de las neurociencias. La presente contribución pretende exponer las acciones realizadas durante la duración del proyecto y los resultados conseguidos con estas. Dichas acciones van desde el desarrollo de una aplicación móvil de realidad aumentada, presentaciones y talleres y publicación de diversos artículos de divulgación favoreciendo el acceso y la participación en las actividades de la sociedad civil y haciendo más accesibles los conocimientos científicos a la ciudadanía.

Palabras clave: Educación, Ciencia Ciudadana, Divulgación, Neurociencia, Redes neuronales, Realidad aumentada.

1. Introducción

Los retos educativos del siglo XXI demandan de una educación y alfabetización científica para toda la sociedad [1,3] De hecho, el Programa Marco de la Unión Europea Horizonte 2020[1] incluye entre sus metas la participación de la ciudadanía y de la sociedad en general en las cuestiones relacionadas con la investigación y la innovación. Esto queda alineado con los propósitos del enfoque CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) que se podrían resumir en dos ejes principales tal y como señala [6]: mostrar que la ciencia y la tecnología son accesibles e importantes para los ciudadanos y propiciar el aprendizaje social de la participación pública en las decisiones tecnocientíficas. Con esto queda

[1] https://eshorizonte2020.es/



patente, como señala el mismo autor en [6], que es necesaria la alfabetización tecnocientífica y la educación científica de las y los ciudadanos para la participación en ciencia y tecnología.

Los orígenes de la alfabetización científica como finalidad educativa no son nuevos y algunos países la incluyen desde hace años como apunta Bybee (1997) [2]. Asimismo, la formación de ciudadanos competentes en ciencia y el refuerzo de la confianza pública en la ciencia están presentes en la denominada Ciencia Ciudadana y la Investigación e Innovación Responsable (*RRI, Responsible Research Innovation*) que trata de reducir la distancia entre la ciencia y la sociedad [4]. De esta manera, se trata de implicar la participación de la sociedad en la ciencia y la innovación, "desde las fases más iniciales" de los procesos de investigación e innovación, para alinear sus resultados con los valores de la sociedad[2].

Todos estos factores expuestos y el reciente fenómeno que ha surgido en los últimos años, potenciado en gran medida por las redes sociales y las plataformas multimedia, ha incrementado exponencialmente la cantidad personas que se dedican, profesionalmente o de forma aficionada, a la educación científica. Esto, entre otras cosas, ha dado lugar a que cada vez sea más común encontrarse con actividades o eventos de alfabetización y divulgación científica, en una gran variedad de ramas de la ciencia, accesibles al público en general y en la mayoría de los casos de carácter gratuito. Además, existen un gran número de asociaciones e instituciones que lanzan multitud de iniciativas y eventos de este estilo. Es el caso de “La semana del cerebro” [3], un evento internacional auspiciado por “The Dana Alliance for Brain Initiatives (DANA)” [4] que aúna diferentes actividades en las que se reúnen científicos, familias, estudiantes de todos los niveles y diferentes comunidades a lo largo de una semana, realizando talleres y charlas que ayuden a difundir conocimiento sobre el cerebro humano y la neurociencia.

[2]https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/pag-web/investigacion-innovacion-responsables.aspx
[3]https://www.dana.org/BAW/
[4]https://dana.org

Dentro del paraguas de este evento surge el proyecto Synapsis UV-FPJ como una iniciativa que pretende emplear el contexto de fiestas masivas, como las Fallas de Valencia, para realizar diferentes actividades de divulgación científica. El proyecto, llevado a cabo por un grupo de investigadores de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y de la Facultad de Farmacia de la Universitat de València (UV) junto con la Asociación Cultural Falla Plaça Jesús (FPJ) tiene como principal objetivo difundir la evolución histórica de los modelos conexionistas y explorar la relación con los últimos avances en el campo de la neurociencia, contando con el soporte de la Federación Europea de Sociedades Neurocientíficas[5] y la Fundación DANA. Todo ello aprovechando las fiestas masivas como sustrato para llegar al mayor número de personas posible, en concreto, el proyecto fue realizado durante las Fallas de Valencia aprovechando el gran número de personas que transitan dicha festividad e integrándolo en los actos característicos de la festividad.

A continuación, se repasan las diferentes actividades y acciones llevadas a cabo durante la vida del proyecto y aporta una visión de los resultados y la repercusión de dichas acciones.

2. El proyecto Synapsis UV-FPJ

Con el ánimo de acercar la ciencia a la ciudadanía surgió el proyecto Synapsis UV-FPJ, un proyecto de educación y ciencia ciudadana sobre redes neuronales y neurociencia. Se trata de una colaboración entre la Facultad de Farmacia, la Escola Tecnica Superior d'Enginyeria, el Instituto de Robótica y Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y la Asociación Cultural Falla Plaza Jesús. Las acciones del proyecto fueron muy diversas, tal y como se expone en las siguientes secciones, y abarcaron actividades como el desarrollo de una aplicación móvil de realidad aumentada, presentaciones y talleres o la publicación de distintos artículos de divulgación, para hacer factible la participación en las actividades de toda la ciudadanía y hacer más accesibles los conocimientos científicos a la sociedad en general. A pesar de ser un proyecto que duró 3 meses, se aprovechó la semana de las fiestas de Fallas

[5] https://www.fens.org

que se caracterizan por tener una cantidad masiva de visitantes para, de este modo, potenciar la visibilidad del proyecto llegando a un público con una casuística muy diversa, teniendo así un mayor impacto sobre la ciudadanía.

2.1 Publicación de artículos de divulgación

El proyecto Synapsis UV-FPJ empezó con la publicación, en febrero de 2018, del artículo de divulgación “Una neurona artificial dudosa” [5] Este artículo fue integrado en el llibret de Falles titulado “Sinapsis” [6] de la asociación Falla Plaça Jesús, que a su vez recoge un total de 14 artículos sobre investigaciones de inteligencia artificial y neurociencia y que ha sido reconocido con los siguientes premios.

- 3º Premio Caliu otorgado por la Regidoria de Igualdad y Políticas Inclusivas del Ayuntamiento de Valencia.
- 6º Premio por la promoción del uso de Valenciano en los llibrets de falles otorgado por la Consejería de Educación, Cultura y deporte de la Generalitat Valenciana.

El articulo resume la evolución de las redes neuronales a lo largo de la historia y plantea como el uso de estas se encuentra en más del 90% de los sistemas expertos implementados en la actualidad y como la ciencia de datos, con la necesidad de explotar grandes volúmenes de datos ha propiciado enormemente los avances en este campo.

2.2 Desarrollo de una aplicación de realidad aumentada

Con el principal objetivo de acercar a los visitantes de las Fallas de Valencia el contenido científico del proyecto, pero en una versión más gamificada y cercana al usuario, se desarrolló una aplicación móvil para dispositivos Android con la colaboración del Instituto de Robótica y Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (IRTIC) de la Universitat de València. La aplicación [7], accesible desde Google Play de manera gratuita, permitía interactuar con el monumento fallero de la Falla Plaça Jesús.

Este monumento reproducía dos neuronas de gran formato, que al ser enfocadas con la cámara y haciendo uso de realidad aumentada, se envolvían

[6] http://www.fallaplazajesus.es/wp-content/uploads/llibrets/ACFPJ%20-%20Sinapsis.pdf
[7] https://play.google.com/store/apps/details?id=es.uv.artec.synapsis



de otras neuronas artificiales (Imagen 1) permitiendo al usuario explorar el cerebro virtual que se formaba en cualquier dirección del espacio a la vez que podía escuchar el sonido de la activación de los diferentes tipos de neuronas.

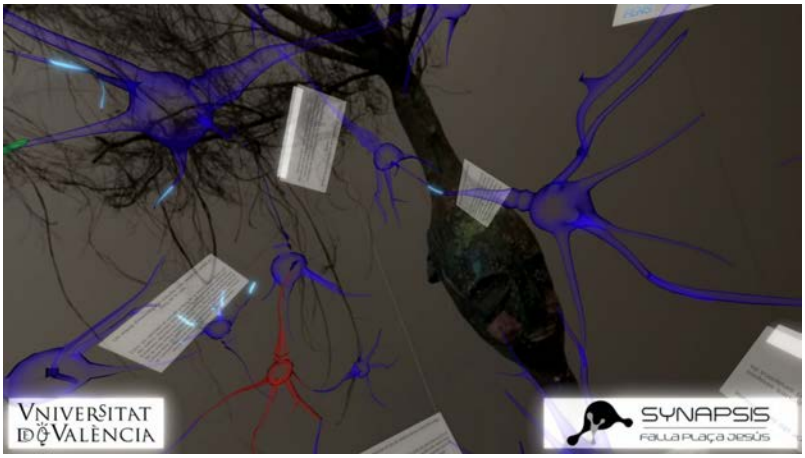


Imagen 1: Aplicación de AR enfocando al monumento fallero

Además, junto a las neuronas artificiales, aparecían un total de 13 tarjetas informativas con resúmenes y enlaces a artículos científicos sobre el tema, en la imagen 2 puede verse un ejemplo de estas.

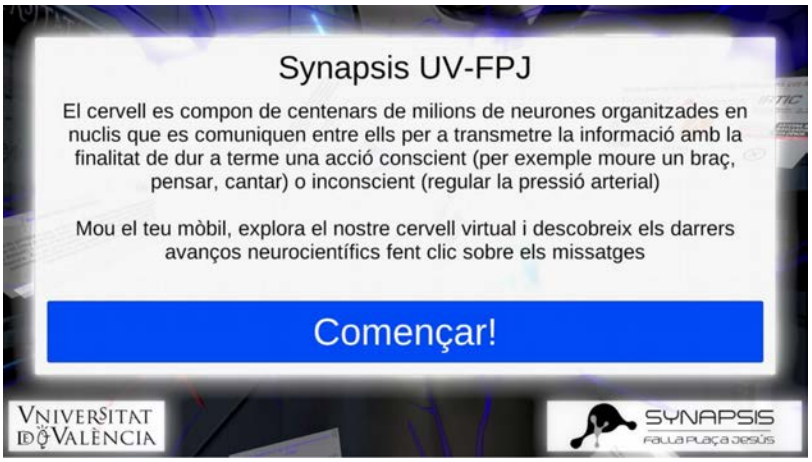


Imagen 2: Captura de una de las tarjetas de la aplicación

A su vez, la aplicación realiza una traza de las acciones que el usuario realiza mientras la está utilizando, pudiendo, por tanto, medir el número de interacciones que se realizaron con cada una de esas tarjetas informativas.
Entre el 1 y el 20 de marzo se registraron 446 accesos a la aplicación, desde 230 usuarios únicos, los cuales abrieron un total de 720 tarjetas y accedieron a artículos científicos un total de 126 ocasiones. Las imágenes 3 y 4 muestran un

desglose de la interacción de los usuarios con los diferentes elementos de la aplicación.

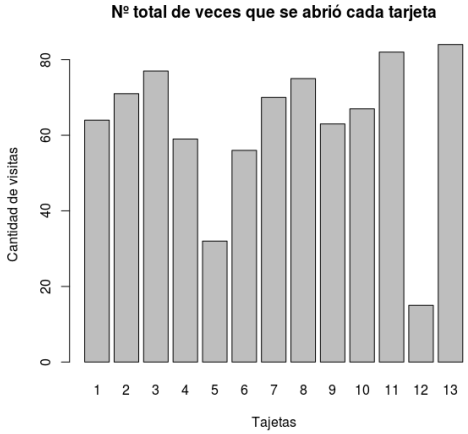


Imagen 3: Nº de visitas a cada tarjeta

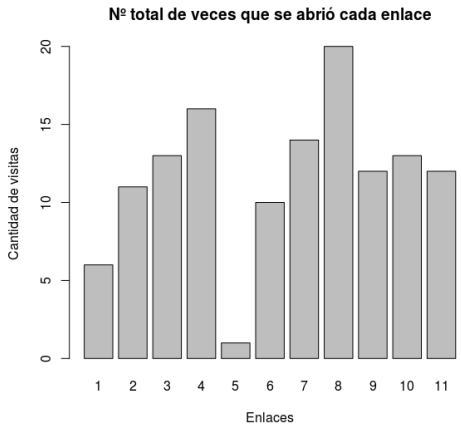


Imagen 4: N.º de visitas a cada uno de los enlaces

2.3 Exposición de un monumento interactivo

El artista fallero Ramón Solaz, recreó una versión pequeña de cadalso principal del monumento fallero de la Falla Plaça Jesús para facilitar la interacción de los usuarios de la aplicación en diferentes espacios y poder disponer una exposición interactiva que pudiera ser instalada en diferentes espacios de manera sencilla y así poder llegar a un mayor número de personas. Esta réplica formo parte de los Talleres de Secundaria que organiza la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universitat de València (ETSE-UV), donde acuden alrededor de 1500 alumnos de bachillerato y ciclos formativos durante toda una semana. Los alumnos podían interactuar con la instalación, como se aprecia en la imagen 5, mediante 10 tablets BQ Aquaris cedidas por el Departamento de Informática para tal fin.

Después de esto la instalación fue trasladada a l'Exposició del Ninot (Imagen 6), donde estuvo accesible desde el 3 de febrero hasta el 15 de marzo, siendo el primer ninot de la historia de las Fallas que permitía interactuar mediante una aplicación de realidad aumentada y recibiendo el noveno premio en la categoría de Fallas Experimentales. Cabe destacar que esta exposición es una actividad fundamental de la fiesta Fallera y que en 2018 recibió una cifra récord de 85000 visitantes.



Imagen 5: Instalación interactiva en los Talleres de Secundaria



Imagen 6: Instalación interactiva en l'Exposició del Ninot

2.4. Foros de divulgación y debate

En el marco del proyecto se organizaron dos foros de divulgación y debate alrededor de la temática “Neuronas Humanas vs Neuronas Artificiales”.

El primero de estos foros, tuvo lugar el 16 de febrero en el Aula Magna de la Facultad de Medicina y Odontología de la Universitat de València (Imagen 7). Durante esta actividad se hizo un resumen de los artículos de divulgación incluidos en el llibret de falles de la Falla Plaça Jesús, intercalados con la participación del grupo musical Mr. Sánchez Band, que a su vez fue retransmitida en directo a través de Instagram desde la cuenta de la Asociación Cultural Plaza Jesús.

El segundo de estos fue un Bar de Ciencias organizado dentro de la iniciativa “Espai Ciència” de l’Octubre Centre de Cultura Contemporània (Imagen 8) el día 28 de febrero. Este evento que fue financiado por el Instituto de Estudios Catalanes y moderado por la periodista Reis Juan, enfrentó verbalmente a los profesores universitarios Emilio Soria y Vicent Teruel, expertos en redes

neuronales y neuroanatomía respectivamente, en un debate de dos horas de duración, en el que dieron una visión general de ambas temáticas y respondieron las preguntas de los más de 75 asistentes.



Imagen 7: Acto en la Facultad de Medicina



Imagen 8: Bar de ciencias

2.5. Repercusión mediática y canales de difusión

Las diferentes actividades del proyecto fueron difundidas a través de los diferentes sitios web y perfiles en redes sociales en Twitter, Facebook e Instagram de la Universitat de València y de la Associació Cultural Falla Plaça Jesús, además de contar con el apoyo de la Unitat de Divulgació i Cultura Científica de la Universitat de València.

A lo largo de la semana de fallas, la comisión fallera de la Falla Plaça Jesús, realizó diferentes actividades en las inmediaciones del monumento fallero explicando el contenido del proyecto y mostrando el funcionamiento del monumento interactivo a los visitantes. Además, se realizó un simposio abierto al público de charlas de divulgación científica bajo el nombre “Neuromascletà”, que logro concentrar más de 100 personas en la carpa principal de la Falla.



Imagen 9: Visitantes de la Falla recibiendo explicaciones sobre el proyecto

Además, algunos medios de comunicación, tanto locales como nacionales, se hicieron eco de las diferentes actividades del proyecto, por ejemplo, La Vanguardia lanzaba un titular que decía, “Sinapsis: de cómo las fallas también sirven para divulgar la ciencia” [8], el Diari Levante titulaba un artículo como “Arriben les falles neurocientífiques!” [9] o elPeriodic.com decía, “Fallas neurocientíficas, otra oportunidad para la divulgación” [10].

3. Conclusiones

La clara evolución en materia de educación y alfabetización tecnocientífica y el interés de las diferentes instituciones por potenciar el acceso a la ciencia y la tecnología, por y para la ciudadanía, está produciendo un notable aumento de eventos y actividades de divulgación que propician, cada vez más, la participación de la sociedad en estos ámbitos. Estas iniciativas son generalmente bien recibidas por una sociedad que cada vez dispone de más conocimiento a su alcance gracias a internet.

El interés de la sociedad por la ciencia y la tecnología queda reflejado en los resultados de proyectos de divulgación como “Synapsis UV-FPJ” donde se puede percibir cómo la ciudadanía se involucra y participa de manera activa, dejando de ser meros espectadores y pasando a experimentar y adquirir nuevos conocimientos en la materia. Además, este tipo de iniciativas, cada vez son mejor recibidas por los medios de comunicación, lo cual potencia en gran medida el alcance de estas.

En definitiva, todas estas acciones de divulgación son necesarias para seguir abasteciendo de conocimiento científico a una sociedad que cada vez denota mayor interés por la ciencia y la tecnología que les rodea en su día a día.

Referencias

[1] Acevedo-Díaz J.A., Vázquez A. y Manassero, M.A. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las

[8] https://www.lavanguardia.com/local/valencia/20180314/441519224052/sinapsis-de-como-las-fallas-tambien-sirven-para-divulgar-la-ciencia.html
[9] https://www.levante-emv.com/cultura/panorama/2018/03/15/arriben-les-falles-neurocientifiques/1691375.html
[10] https://www.elperiodic.com/valencia/noticias/554663_fallas-neurocientificas-otra-oportunidad-para-divulgacion.html



personas. REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias, nº 2, pp. 80-111.
[2] Bybee, R. W. (1997). Achieving scientific literacy: From purposes to practices. Portsmouth, NH: Heinemann.
[3] Domènech-Casal, J., Lope, S. y Mora, L. (2019). Qué proyectos STEM diseña y qué dificultades expresa el profesorado de secundaria sobre Aprendizaje Basado en Proyectos. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, nº16, pp. 2203.
[4] Göbel, C., Agnello, G., Baïz, I., Berditchevskaia, A., Evers, L., García, D., … y Boheemen, P. (2017). European Stakeholder Round Table on Citizen and DIY Science and Responsible Research and Innovation. Recuperado de http://discovery.ucl.ac.uk/1563626/
[5] Grimaldo, F. Soria-Olivas, E. y López-Iñesta, E. Una neurona artificial dudosa. Conec Magazine. Recuperado de http://www.conec.es/matematicas/una-neurona-artificial-dudosa/
[6] Martín-Gordillo (2003). Metáforas y simulaciones: alternativas para la didáctica y la enseñanza de las ciencias. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, nº3, pp. 377-398

Indagando sobre motores térmicos

Savall Alemany, Francisco[1]; Esparza Garcia, Míriam[2]; Rosa Cintas, Sergio[3]; Álvarez Herreros, Juan Francisco[4]; Nicolás Castellano, Caronina[5].

pacosavall@gmail.com; miriamesparzagarcia@gmail.com; sergio.rosacintas@gmail.com; carlinanicolascastellano@gmail.com; juanfratic@gmail.com.

IES Ausiàs March, Gandia[1,2], Universidad de Alicante[1, 3, 4, 5]

Modalidad: Comunicación.

Nivel educativo: Educación Secundaria Obligatoria.

Resumen

Desde hace años los currículos de los principales países desarrollados apuestan por la enseñanza de las ciencias a través de la indagación. En este trabajo presentamos una secuencia para indagar sobre el funcionamiento de los motores térmicos en la ESO, un campo con enormes aplicaciones en nuestra sociedad. La secuencia plantea un problema a los alumnos sobre el cual deben investigar. En nuestro caso concreto, cómo conseguir que un motor vaya los más rápidamente posible. Los alumnos empiezan a abordar el problema aplicando el modelo cinético-corpuscular de los gases para explicar el funcionamiento de un motor térmico. A continuación, tras centrar la investigación en un motor de Stirling casero, plantean, a modo de hipótesis fundamentadas, modificaciones que se pueden introducir para aumentar su velocidad. Son los estudiantes los que manipulan y modifican el motor para poner a prueba sus hipótesis, toman medidas, analizan resultados y establecen conclusiones a la luz de las hipótesis establecidas y de los modelos físicos implicados. Tras la implementación de la secuencia de actividades en el aula hemos observado un impacto positivo en los estudiantes en el aprendizaje del modelo cinético-corpuscular, en el desarrollo de actividades propias del trabajo científico y en sus actitudes hacia el aprendizaje de la Física y Química.

Palabras clave: Indagación, motor de combustión, motor de Stirling, Física.

1. Introducción

La investigación didáctica reconoce, desde hace décadas, que la alfabetización científica de los estudiantes debe contemplar más que el aprendizaje de conocimientos científicos, extendiéndose a la adquisición de conocimientos sobre cómo se hace ciencia y sobre qué es la ciencia (Hodson, 2003). La importancia de “hacer ciencia” se identificado no solo como un objetivo sino incluso como un requisito para evitar que los estudiantes abandonen de forma



prematura el estudio de las ciencias (Rocard, 2008). Tal es su relevancia que la mayoría de los currículums de los países desarrollados recogen como principal criterio metodológico abordar la enseñanza de la ciencia como un proceso de investigación, o indagación, en el cual los estudiantes construyen sus propios conocimientos a partir de la puesta en práctica de actividades que tratan de reproducir en el aula el trabajo propio de los científicos.

A pesar de la relevancia de la indagación como orientación metodológica, no existe una definición exacta de la misma ni un consenso estricto de cuáles son sus beneficios, si bien sí se ha identificado que en aquellos casos en que la argumentación y la modelización toman un papel relevante se consiguen mayores efectos sobre el aprendizaje (Romero-Ariza, 2017). De hecho, la investigación didáctica ha destacado que el razonamiento basado en modelos es la base de cualquier disciplina científica (Passmore y Svodoba, 2011). Es a través de modelos que se desarrolla el razonamiento científico, se simplifican fenómenos complejos, se visualizan entidades abstractas y se predicen e interpretan resultados (Justi, 2006).

Los motores térmicos son desarrollos tecnológicos con un gran impacto tanto histórico como actual. Su aparición tuvo un impacto histórico de tan gran calado que ha quedado identificado como “revolución industrial”. La importancia que tienen en la actualidad también es incuestionable. Sin embargo, nuestra experiencia docente nos indica que rara vez se aborda su estudio en la educación secundaria, y eso a pesar de formar parte del currículum oficial.

En este trabajo presentamos una secuencia de actividades para indagar sobre el funcionamiento de los motores térmicos. La secuencia está diseñada para 3º y 4º de ESO. Se desarrolla dentro de la unidad dedicada al estudio de los gases. Concretamente, la hemos puesto en práctica tras construir el modelo cinético-corpuscular y aplicarlo a la interpretación de fenómenos cotidianos (ver, por ejemplo, Martínez Torregrosa et al., 1997).

Dadas las dificultades para construir i manipular un motor de combustión interna, que podríamos considerar el caso más paradigmático de motor, hemos

decidido usar un motor de Stirling de canicas (Boada, 2017). Este motor se puede construir a partir de materiales sencillos y económicos, la mayor parte de los cuales se encuentran de forma habitual en un laboratorio de secundaria.

En el siguiente apartado presentamos el motor de Stirling que hemos usado y describimos su funcionamiento basándonos en la física de los gases. A continuación, detallamos los pasos seguidos para su construcción y puesta en funcionamiento. Seguimos con la presentación de la secuencia de actividades desarrollada en el aula, que explicamos con detalle. Finalmente, aportamos los resultados experimentales obtenidos por nuestros alumnos durante su investigación.

2. Fundamentos físicos del motor de Stirling

En la imagen 1 se muestran los motores de Stirling con los que hemos llevado a cabo nuestra experiencia. Básicamente, están construidos con un tubo de ensayo situado en horizontal en cuyo interior se introduce un cierto número de canicas. Este tubo puede bascular alrededor de un eje horizontal y perpendicular al mismo tubo que se sitúa aproximadamente en su centro. El tubo de ensayo está tapado con un tapón de goma agujereado y, mediante un tubo de goma, está conectado a una jeringuilla vertical que se puede desplazar verticalmente haciendo bascular el tubo de ensayo[1].

[1] Se puede encontrar un vídeo del motor en funcionamiento en https://www.youtube.com/watch?v=fMx6CHU0olU





Imagen 1. Motores de Stirling con los que se ha llevado a cabo la experiencia.

El motor de Stirling, al igual que otros motores térmicos, funciona accionado por un gas que se calienta y enfría de modo cíclico, aumentando y disminuyendo su presión y moviendo las partes móviles del motor. En la imagen 2 se muestra el motor y se identifica el extremo o foco caliente y el extremo o foco frío del mismo. La imagen 3 muestra de forma esquemática un ciclo completo.

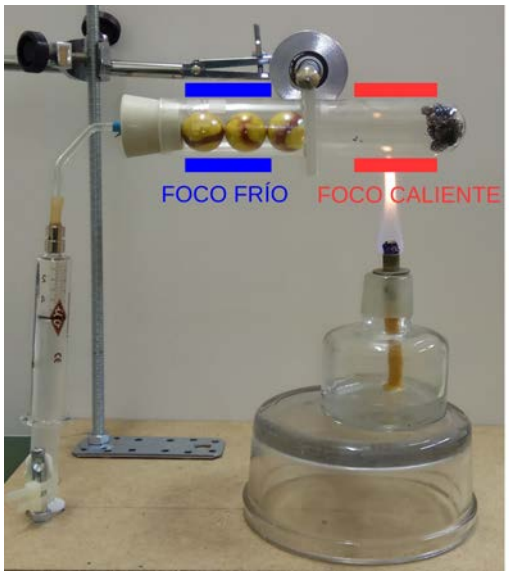


Imagen 2. Detalle del tubo de ensayo. Se identifica el foco caliente y el foco frío de motor termodinámico.

El movimiento del motor empieza con el tapón del tubo de ensayo en la parte baja. El mechero de alcohol calienta un extremo del tubo, eleva la temperatura

del aire que hay en el interior y esto conlleva un aumento de presión. Debido al aumento de presión del aire se produce un aumento de volumen en la jeringuilla, que se desplaza hacia arriba. El movimiento vertical de la jeringuilla hace que el tubo de ensayo cambie su inclinación, las canicas se desplazan hacia el fondo del tubo hasta colisionar con la lana de metal (que impide y amortigua el impacto contra el vidrio del tubo). Al ocupar las canicas el fondo del tubo, el aire que allí se encontraba se desplaza hacia el otro extremo del tubo (es decir, hacia el extremo frío). De este modo el aire se enfría, baja la presión y, por acción de la presión atmosférica exterior, el volumen de la jeringuilla disminuye, desplazándose hacia abajo. El movimiento de descenso de la jeringuilla cambia de nuevo la inclinación del tubo de ensayo, las canicas caen hacia el tapón y desplazan de nuevo al aire hacia el extremo caliente, iniciando de nuevo el ciclo.

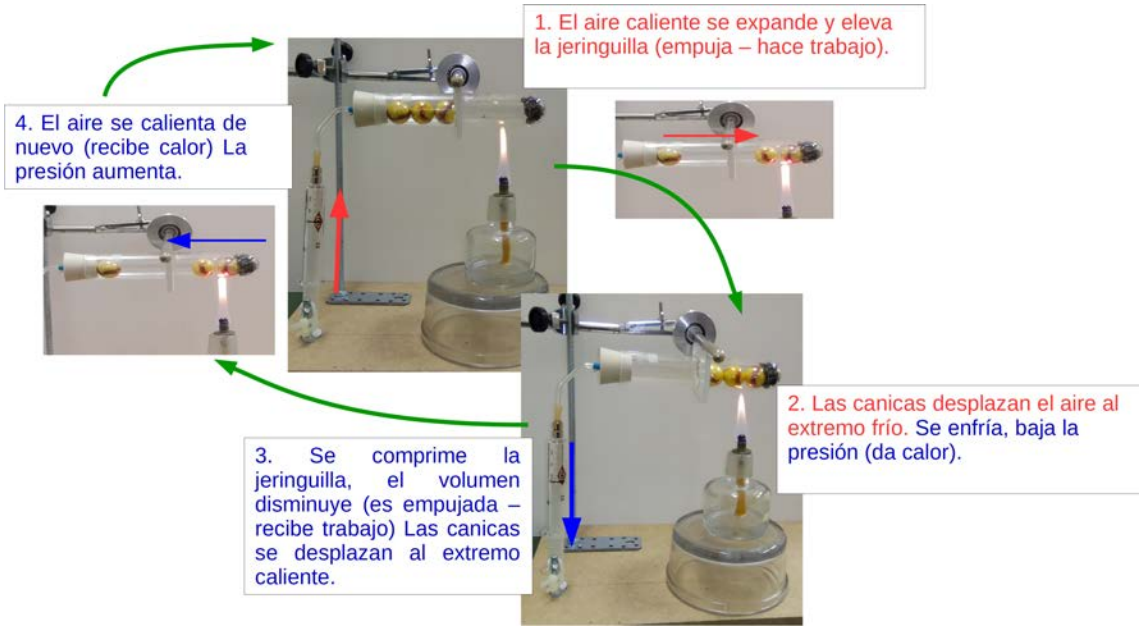


Imagen 3. Ciclo termodinámico adaptado para el motor de Stirling de canicas.

Desde el punto de vista de la teoría cinético-corpuscular, el aumento de temperatura del gas produce un aumento de la velocidad de las partículas, y con ellos más choques entre ellas y con las paredes de los recipientes que las contienen. Cuando la intensidad de las colisiones supera un cierto umbral, las partículas del gas consiguen desplazar la jeringuilla hacia arriba, haciendo

bascular el tubo, que desplaza las partículas de gas al extremo frío del tubo. Una vez allí, el enfriamiento del gas produce un descenso en la velocidad de las partículas, disminuyen por tanto las colisiones con el recipiente. Desde el exterior, la colisión de las partículas del aire impulsan la jeringuilla hacia abajo, desplazando de nuevo las canicas hacia el tapón y el aire hacia el extremo caliente del tubo. Este análisis permite incluso valorar en qué fases el gas recibe o da calor y en qué fases recibe o hace trabajo. No vamos a profundizar en estos aspectos en este trabajo, puesto que tampoco lo hemos hecho con los estudiantes. Sin embargo, sí se requiere al menos una idea intuitiva de los mismos para poder interpretar los resultados al final del trabajo.

3. Cómo construir y hacer funcionar el motor de Stirling

Hemos construido y usado los dos motores que se muestran en la imagen 2, si bien el que aparece a la derecha ha funcionado mejor. Es, por tanto, el que explicamos en detalle.

Hemos construido el motor sobre una base de madera. Diversas placas metálicas atornilladas a la base y entre ellas constituyen los pilares del motor. En la parte alta de los pilares situamos un tubo de ensayo resistente al calor, en cuyo interior se introduce un número variable de canicas y al final del tubo un trozo de lana metálica, cuya función es amortiguar el impacto de las canicas contra el fondo del tubo. Aproximadamente a la mitad del tubo hay que ubicar un eje perpendicular sobre el cual ha de bascular. En nuestro caso hemos puesto una abrazadera con tornillos para tubos (de las que se usan en bricolaje) en cuyos orificios reservados para los tornillos hemos acoplado dos pequeños cilindros metálicos. Tras situar el tubo de ensayo en los pilares lo tapamos con un tapón de goma con agujero. En la parte exterior del tapón ponemos un pequeño tubo de vidrio al cual conectamos un tubo de goma que llevará hasta la jeringuilla. Sobre la base de madera, unos centímetros por delante de la posición que ocupa el tapón de goma, fijamos fuertemente un tornillo y atamos una jeringuilla de vidrio a él usando dos abrazaderas. Finalmente, conectamos el tubo de goma que sale del tapón a la jeringuilla, que



debe tener aproximadamente la mitad de su volumen lleno de aire. El compartimiento formado por la jeringuilla y el tubo de ensayo debe estar sellado, no ha de entrar ni salir aire. Un mechero de alcohol hará de fuente de energía.

Para accionar el motor el tubo de ensayo debe estar inclinado inicialmente con el tapón ocupando la posición más baja. Las canicas estarán, por tanto, en contacto con el tapón (no deben sellar el agujero). A medida que calentamos, la presión del aire atrapado en el interior del motor aumentará y esto hará que la jeringuilla suba, inclinando el tubo hacia el lado opuesto y desplazando las canicas hacia el fondo del tubo. De este modo se pone en marcha el ciclo descrito en el apartado anterior. Cuando se empieza con el motor frío solo se consigue que haga unas pocas oscilaciones hasta quedar bloqueado con el tapón en posición elevada y las canicas en el fondo del tubo. Esto se debe a que el aumento de temperatura ha llevado a un aumento excesivo de presión. Para resolver el “bloqueo” hay que abrir el tapón, bajar ligeramente la jeringuilla (lo que equivale a extraer un poco de aire), volverlo a cerrar e iniciar de nuevo el proceso. Es muy probable que sea necesario hacer varios ajustes de la cantidad de aire durante los primeros minutos. Se llevan a cabo siempre por ensayo-error, aplicando el siguiente criterio: si el motor queda bloqueado con el tapón en posición elevada se debe a que la presión es muy alta, hay que sacar aire; en cambio, si queda bloqueado con el tapón en la posición baja es que no hay suficiente presión, hay que abrir el tapón, elevar la jeringuilla (equivale a introducir aire) y volver a cerrar.

Tras estos primeros ajustes de la cantidad de aire se consigue que el motor funcione de manera regular y con intervenciones mínimas. Evidentemente, a medida que se calienta toda la estructura se pierde la capacidad de enfriamiento del gas y el motor se para. Llegados a este punto hay que dejar que se enfríe antes de seguir trabajando. Sustituir las canicas ya calientes por otro juego de canicas que esté a temperatura ambiente permite seguir usando el motor sin tener que esperar.



4. Secuencia de actividades

La secuencia de actividades que se han implementado en el aula es la que se muestra en el cuadro 1.

1. ¿Qué motores conocéis? ¿Qué utilidades tienen? ¿Qué características deben tener para funcionar lo mejor posible? 2. Usad el modelo cinético-corpuscular que hemos construido para los gases durante esta unidad y las animaciones que se encuentran en www.animatedengines.com para explicar cómo funciona un cohete, un reactor de avión, un motor de dióxido de carbono, una máquina de vapor, un motor de combustión interna de 2 tiempos y 4 tiempos y un motor de Stirling. 3. Explicad como funciona el motor de Stirling de canicas que traemos. Usad el modelo de gas que habéis usado anteriormente. 4. Estableced hipótesis fundamentadas (basadas en el modelo de gas) sobre qué aspectos del motor se pueden modificar para que se mueva más rápido. 5. Estableced una estrategia para poner a prueba las hipótesis relativas al efecto que el número de canicas y el tamaño de las canicas tienen sobre la velocidad del motor. Llegad a acuerdos sobre qué estrategia seguir y llevadla a cabo. 6. Analizad los resultados que habéis obtenido. Estableced conclusiones atendiendo al modelo de gas.

Cuadro 1. Secuencia de actividades.

5. Implementación de la secuencia de actividades en el aula

Durante la implementación de la unidad el grupo-clase se divide en pequeños grupos de 4 alumnos. Estos trabajan como investigadores noveles guiados por el profesor, que ejerce el papel de investigador experto. En estos pequeños grupos se discute cada una de las actividades y se alcanzan consensos. A continuación, de forma ágil, se lleva a cabo una puesta en común con todo el grupo-clase. Este proceso favorece no solo el trabajo científico sino también los episodios de discusión y argumentación (Gil-Pérez y Carrascosa-Alís, 1994). En nuestro caso, este es el modelo de enseñanza que se sigue durante todo el



curso, por lo que la implementación de la secuencia no supone cambio alguno en la organización del aula.

Al principio de la secuencia se pretende captar el interés de los alumnos y que se impliquen en la investigación que se va a llevar a cabo. Para ello les proponemos la actividad 1, que les lleva a reflexionar sobre fenómenos o aplicaciones que les son familiares. En la actividad 2 les pedimos que analicen el funcionamiento de diversos motores usando el modelo cinético-corpuscular para los gases. Ambas actividades permiten a los alumnos adquirir un bagaje experimental suficiente y familiarizarse con los fenómenos que se van a trabajar durante la secuencia. Esto es fundamental para que posteriormente puedan modelizar adecuadamente el motor de Stirling o generalizar los resultados obtenidos con nuestro motor.

La actividad 3 nos lleva a centrar el problema en el motor que hemos construido. Mostramos el motor a los alumnos, lo accionamos y les pedimos que expliquen cómo funciona. Son diversas las dificultades que experimentan los alumnos, por lo que sugerimos poner en práctica diversas estrategias:

- Empezar analizando cómo se mueve una jeringuilla sellada y con un cierto volumen de aire en su interior cuando se calienta y se enfría de forma cíclica.
- Continuar analizando de forma dialogada diversas “fases” del movimiento del motor. Para ello es conveniente retirar la fuente de calor y moverlo con las manos:
    - Suponemos que empezamos con el motor frío y el tapón en posición baja ¿Qué pasará a medida que se calienta el tubo?
    - Tras elevarse la jeringuilla ¿Qué efecto tiene el cambio de posición de las canicas? Esta reflexión se ha revelado como fundamental cada vez que hemos implementado la secuencia. Una de las dificultades más persistentes que presentan los estudiantes consiste en creer que es el calentamiento de las canicas lo que mueve el motor, el lugar de atribuir su movimiento a la acción del aire.



- ¿Qué hace bajar la jeringuilla? Nuevamente, detectamos dificultades relacionadas con el movimiento de las canicas. Los estudiantes atribuyen la oscilación del motor a un rebote de las canicas contra el fondo del tubo, al calentamiento de las mismas, etc. Una reflexión detallada permite constatar que las canicas, situadas en el fondo del tubo y ocupando una posición baja, no van a subir por si solas, luego debe ser otro agente el que haga bajar la jeringuilla. Si ahora son las canicas las que se calientan, el aire que ocupaba esa posición y que se encuentra en el extremo frío baja de temperatura, su presión también baja ¡pero no puede tirar de la jeringuilla hacia abajo! Ha de ser la presión atmosférica exterior la que presiona la jeringuilla hacia abajo, haciendo bascular el tubo y recuperando la posición inicial. Reflexionar de nuevo sobre cómo se mueve una jeringuilla sellada al calentarse y enfriarse es de gran ayuda. De hecho, la jeringuilla sería el modelo más sencillo de motor de térmico, pero carece por si sola de mecanismo de calentamiento/enfriamiento.
- La reflexión va acompañada de diversos dibujos en los cuales se representan las partículas de aire y su correspondiente velocidad, de manera cualitativa.

Tras el análisis detallado del funcionamiento del motor concretamos el problema que pretendemos investigar. Inicialmente, en la actividad 1, habíamos planteado como cuestión ¿Qué podemos hacer para que un motor funcione lo mejor posible? Este problema no se puede investigar tal y como está planteado, puesto que carece de concreción: por “mejor posible” podríamos entender que vaya más rápido, que consuma menos combustible, que las oscilaciones tengan más amplitud… Acordamos trabajar la con la velocidad del motor y planteamos la actividad 4.

Los alumnos plantean diversas hipótesis, entre las que cabe destacar:

- Poner una fuente de calor más intensa hará que el motor vaya más rápido.



- Apuntan hipótesis sobre cómo afectará el tamaño del tubo de ensayo a la velocidad del motor, aunque no suele haber consenso sobre si un tubo de mayor volumen aumentará o disminuirá la velocidad.
- Apuntan hipótesis sobre cómo afectará el número de canicas, si bien tampoco hay un consenso claro: algunos consideran que a más canicas irá más rápido y lo justifican basándose en estas podrán llevar a cabo una acción “más violenta”, mientras que otros consideran que más canicas producirán un movimiento más lento, en tanto que hay que desplazar más masa. Ningún alumno suele usar el modelo cinético-corpuscular del gas para argumentar la hipótesis y la reflexión suele centrarse en las canicas. En la fase de conclusiones esta línea de razonamiento se revelará como infructuosa y nos permitirá reflexionar sobre la importancia de los modelos en la predicción e interpretación de fenómenos. Por lo que respecta al tamaño de las canicas, tampoco hay consenso respecto al efecto del tamaño de las mismas y la argumentación sigue líneas muy similares.

Decidimos investigar el efecto del número de canicas y su tamaño sobre la velocidad del motor, dado que es una modificación sencilla. Cambiar el tubo de ensayo por otros es más complejo. Por otra parte, la hipótesis referente al efecto de una fuente de calor más intensa sobre la velocidad del motor despierta en ellos poco interés en tanto que cuenta con un consenso generalizado.

Una vez se ha decidido qué hipótesis se va a trabajar se propone a los alumnos que establezcan una estrategia para ponerla a prueba. No tardan en proponer la realización de una secuencia de medidas consistente en empezar con una canica, medir el tiempo que tarda el motor en llevar a cabo un cierto número de oscilaciones (que establecemos en 10), abrir el motor e introducir una segunda canica, repetir la medida, y seguir añadiendo canicas de una en una y midiendo el tiempo invertido en 10 oscilaciones hasta que no quepan



más en el tubo. Proponen también repetir la secuencia completa con canicas de mayor o de menor radio.

Los estudiantes llevan a cabo la secuencia experimental sugerida. Durante la fase de experimentación, los grupos se turnan para hacer medidas y las ponen en común para que puedan ser recogidas por el resto del grupo-clase. No tardan en darse cuenta que llevar a cabo una única medida del tiempo que tarda el motor en hacer 10 oscilaciones para un determinado número de canicas es poco fiable. Deciden llevar a cabo al menos tres medidas antes de cambiar el número de canicas. Para su sorpresa, al medir sucesivamente observan un ligero descenso del tiempo de oscilación, que no tardan en atribuir al hecho de que el motor está cada vez más caliente. Solo cuando el motor está muy caliente y llevan tiempo sin dejar reposar o sustituir las canicas, se observa un aumento del tiempo de oscilación, y finalmente el motor acaba parándose. No tardan en argumentar que este comportamiento se debe a qué el motor más caliente se mueve más rápido, como sugerían en sus hipótesis, puesto que recibe más energía y las partículas en su interior aumentan más rápido su velocidad, produciendo un aumento más rápido de la presión.

Al final de esta actividad, todos los alumnos deben tener todas las medidas anotadas. En la tabla 1 y en la imagen 4 mostramos los resultados obtenidos por un grupo-clase.

Número de canicas	t (s) (radio=24 mm)	t (s) (radio=26 mm)
5	10,9	No oscila
4	12,3	9,1
3	14,9	11,1
2	16,0	12,1
1	No oscila	16,6



Tabla 1. Tiempo invertido por el motor en hacer 10 oscilaciones. Se presentan los valores medios de tres medidas obtenidos con canicas de 24 mm de radio y con canicas de 26 mm de radio.

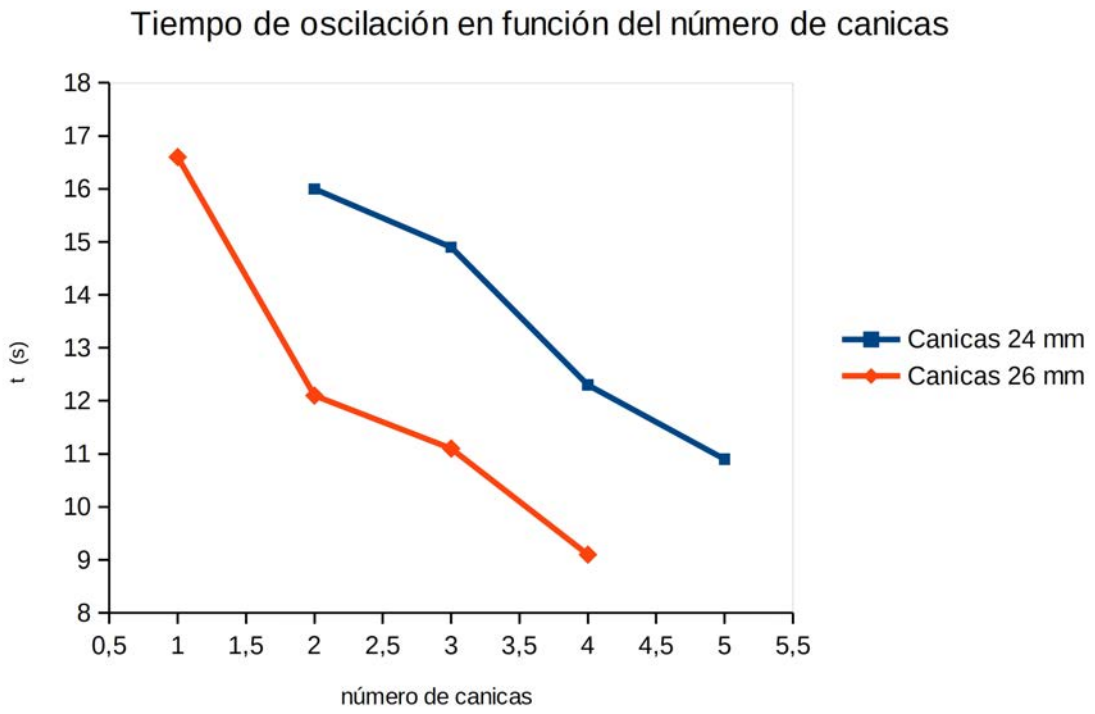


Imagen 4. Representación del tiempo invertido por el motor en completar 10 oscilaciones para canicas de 24 mm y 26 mm de radio.

Los resultados muestran que aumentando el número de canicas el motor funciona más rápido. Lo mismo ocurre si aumentamos el radio de las canicas. Este resultado, que no les parece evidente, requiere una explicación.

Les proponemos que busquen dicha explicación y que lo hagan usando el modelo cinético-corpuscular del gas. Nuevamente, surgen dificultades que les llevan conectar el movimiento del motor con el de las canicas. Con la orientación del profesor se consigue una interpretación adecuada de los resultados. Algunos de los aspectos sobre los que el profesor les anima a reflexionar son los siguientes:

- Revisad los dibujos que hicisteis al explicar el funcionamiento del motor con la teoría cinético-corpuscular. ¿Qué cambios se producen cuando hay más o cuando hay menos canicas?

- ¿Por qué no oscila cuando solo se pone una canica pequeña?
- ¿Por qué no oscila cuando se llena de canicas grandes?

Tras reflexionar usando el modelo de gas se dan cuenta de que el intercambio de calor es fundamental. Un mayor número de canicas lleva de manera más eficiente al aire del extremo caliente al frío (lo aleja más del extremo caliente). Esto hace que se enfríe más rápidamente. Es más, al desplazarse de nuevo al extremo caliente absorbe más calor (más energía) puesto que el incremento de temperatura es mayor. Por esto, si solo se pone una canica pequeña el aire caliente no se aleja lo suficiente del foco caliente y el motor no funciona. En cambio, con muchas canicas grandes no hay casi aire desplazado (las canicas llenan el tubo prácticamente por completo) y el motor tampoco funciona. Para que el motor funcione lo más rápidamente posible se necesita favorecer al máximo el ciclo de calentamiento y enfriamiento del gas.

Llegados a este punto, el profesor puede comentar a los alumnos que este resultado es coherente con el que se obtiene al analizar el rendimiento de un motor ideal, para el cual el rendimiento es mayor cuanto menor es la relación entre la temperatura mínima y máxima que el gas alcanza durante el ciclo ($\varepsilon = 1 - \frac{T_{min}}{T_{max}}$). Si generalizamos el resultado para todos los motores térmicos, no resulta complicado entender por qué motivo se pretende que los motores de combustión trabajen a la mayor temperatura posible a la vez que cuentan con complejos sistemas de refrigeración que incluyen ventiladores, circuitos de agua, intercambiadores de calor de grandes superficies, etc.

6. Conclusiones

En este trabajo hemos presentado una secuencia para indagar sobre el funcionamiento de los motores térmicos con alumnos de 3º y 4º de secundaria. Según hemos observado, la puesta en práctica de la secuencia ha tenido un impacto positivo sobre las actitudes y sobre el aprendizaje de los alumnos,



tanto en lo referente a la comprensión de la física de los gases como a las habilidades relacionadas con la actividad experimental.

En estos momentos trabajamos en la mejora y ampliación de esta propuesta para adaptarla a los contenidos de 1º de bachillerato, curso en el cual se aborda la termodinámica del gas. Esperamos que la introducción del motor de Stirling en este curso permita a los estudiantes adquirir una mejor comprensión de los conceptos de calor y trabajo ligados a los procesos termodinámicos al mismo tiempo que ofrece un marco para trabajar las relaciones CTSA. Esperamos dar cuenta de estos avances en futuras publicaciones.

Referencias

[1] Boada, M. (2017). Motores mínimos (III), Investigación y Ciencia, n. 489, pp. 84-87.

[2] Boada, M. (2017). Motores mínimos (III), Investigación y Ciencia, n. 489, pp. 84-87.

[3] Gil-Pérez, D. y Carrascosa-Alis, J. (1994). Bringing pupils' learning closer to a scientific construction of knowledge: A permanent feature in innovations in scientific teaching, Science Education, 78 (3), pp. 301-315. Recuperado de https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/sce.3730780310

[4] Hodson, D. (2003). Time for action: Sciencie education for an alternative future, International Journal of Science Education, 25 (6), pp. 645-670.

[5] Justi R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos, Enseñanza de las Ciencias, 24(2), pp. 173-184.

[6] Martínez Torregrosa, J. y otros. (1997). La estructura de todas las cosas. Alicante: Aguaclara. Reuperado de https://rua.ua.es/dspace/handle/10045/9859

[7] Passmore C. y Svoboda, J. (2011). Exploring opportunities for argumentation in modelling classrooms, International Journal of Science Education, 34 (10), pp. 1535-1554.

[8] Rocard, M. (2008). Science Education Now: A renewed pedagogy for the future of Europe. European Union: Bruselas. Recuperado de https://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf.

[9] Romero-Ariza, M. (2017). El aprendizaje por indagación,¿existen suficientes evidencias sobre sus beneficios en la enseñanza de las ciencias?, Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 14 (2), pp. 286-299. Recuperado de https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3335/3088



Monitors de l'EMMA, una experiència de comunicació matemàtica

Concha Alba García[1], Juan Carlos Femenía[2], Juan Antonio Pérez Poquet[3]

conxalba@hotmail.com, jfemenia962g@cv.gva.es, j.antonio.perezpoquet@gmail.com

IES Maria Ibars (Dénia) [1], IES Sorts de Mar (Dénia) [2], IES Ifach (Calp) [3]

Modalitat: Comunicació.

Nivell educatiu: Internivell.

Resum

L'EMMA (Escola de Matemàtiques de la Marina Alta) va nàixer fa 10 anys per oferir a alumnes de la Marina Alta de 1r i 2n d'ESO, amb un talent especial per les matemàtiques, l'oportunitat de desenvolupar, durant 2 cursos, aquest talent. Aquests alumnes, quan acaben, poden continuar com a monitors, guiant i ensenyant als nous alumnes a través de campaments, xarrades i tallers. Els monitors, a més de seguir aprenent matemàtiques, passen a difondre-les dins i fóra de l'Escola; desenvolupant així altres habilitats, com treballar en equip o parlar en públic. Els monitors exposaren les tasques desenvolupades durant els 10 anys de funcionament de l'escola, demostrant alhora les seues habilitats matemàtiques i de comunicació.

Paraules clau: matemàtiques, EMMA, monitors, educació, secundària.

Amb motiu de la celebració del II Congrés Internacional CTEM: "STEM per a la ciutadania", l'Escola de Matemàtiques de la Marina Alta (EMMA) va decidir exposar a través dels monitors, el seu funcionament i les activitats dutes a terme, per part d'aquests, durant els deu cursos de funcionament de l'escola.

L'EMMA és un projecte educatiu en que se selecciona a un grup d'alumnes, d'entre dotze i tretze anys, de la comarca de La Marina Alta, amb la finalitat d'atendre'ls en sessions adaptades al desenvolupament del seu talent sense treure'ls del seu entorn durant dos cursos. Així, en l'actualitat, a aquesta escola comarcal de matemàtiques acudeixen xics i xiques de localitats de La Marina com ara Benissa, Xàbia, Dénia, Gata, Pedreguer, Pego i Calp.

Acabats els dos anys l'alumnat pot, si ho desitja, seguir un programa d'ampliació i de preparació per a col·laborar en la formació dels seus nous



companys i companyes i, a més, impartir així alguns tallers de divulgació matemàtica en centres de primària i secundària de la comarca, en jornades i en congressos. Aquests alumnes són els **monitors de l'EMMA.**

Aquest programa pretén atendre la demanda dels alumnes i els seus pares a l'oferir una continuïtat als dos anys programats inicialment. Molts d'aquests senten la necessitat de continuar descobrint el món de les matemàtiques que no sol estar present a les aules d'ensenyança reglada i mantindre el contacte amb els seus companys i amb els professors de l'EMMA.

La figura de monitor aconsegueix que l'alumnat aprenga a **treballar en equip**, **buscar informació**, **organitzar-la i preparar una comunicació per a difondre-la** entre el públic en general.

Per al desenvolupament dels treballs de recerca, es realitza, com a mínim, una reunió mensual; en elles es decideix el tema a preparar, se selecciona la informació recopilada per cadascun dels monitors i es prepara una presentació en que, després d'introduir els conceptes bàsics, la seua història i les seues aplicacions, es prepara la proposta que es farà als assistents per tal que la treballen manipulant el material que se'ls presenta.

Els monitors exposen el seu treball a centres de la Marina, Jornades i Congressos, com ara el II Congrés Internacional CTEM celebrat a València, on **els monitors Rita Ronda i Rubén Barrocal exposaren el seu treball** durant els deu anys de funcionament de l'escola.





Imatge 1. Comunicació de Rita i Rubén a la facultat de Farmàcia

1. Campament

Els cursos s'inicien al Campament Avargues de Calp on tots els alumnes acudeixen en tren des de Dénia, lloc de trobada. Al arribar a Calp, els monitors són els encarregats de crear bon ambient entre els nouvinguts. Com que cadascú ve d'un institut o escoles diferents, l'objectiu principal és que es coneguen. Els monitors són els encarregats de fer activitats de presentació. A més, fan tallers de papiroflèxia, gimcana, jocs de lògica, muntatges d'estructures, etc.



Imatge 2. Campament

2. Màgia i Matemàtiques, Papiroflèxia, Tangrams [2010-2013]

Entre el anys 2010-2013, als inicis de l'activitat de monitors, els tallers que es realitzaven eren de màgia i matemàtiques, papiroflèxia i Tangrams. Al públic al que anava dirigit era a alumnes de 5é de primària del col·legi públic El Montgó i del col·legi Paidos.

Gràcies a l'ús de les propietats dels nombres és possible sorprendre i entretindre al públic en general. Els monitors dissenyaven trucs de matemàgia que després explicaven.

Per altra banda, també realitzaven tallers de papiroflèxia. Ací, no sols s'explicaven models diferents de construcció sinó que s'analitzaven els patrons de les formes geomètriques obtinguts al desplegar la figura. Aquestes formes són un graf que compleix certes propietats.

L'activitat de papiroflèxia es repeteix cada any al campament amb l'alumnat nouvingut. Una vegada construïdes les figures, són utilitzades per a fer l'activitat de gimcana.

El Tangram, format per set peces (un quadrat, un romboide o un paral·lelogram i cinc triangles) permiteix aprendre determinats conceptes matemàtics i, a més, fomenta la creativitat, nivell de concentració i capacitat analítica, entre altres beneficis.



Imatge 3. Papiroflèxia

3. Omnipoliedre. [2013-2014]

Un omnipoliedre és una construcció realitzada amb l'armazó dels cinc sòlids platònics de forma que cadascun d'ells està inscrit en el següent. Per a la seua construcció apareix el concepte de proporció àuria. Com és habitual als tallers d'EMMA, els monitors mostren i expliquen inicialment les seues construccions per a després passar al muntatge en directe i parcitipatiu.



Imatge 4. Omnipoliedre

4. Superfícies reglades [2014-2015]

Les superfícies reglades són unes construccions molt utilitzades en arquitectura i disseny industrial. Els monitors explicaren com dissenyar aquestes figures, les seues propietats i aplicacions. Mostraren algunes construccions fetes per ells mateix i muntaren diverses corbes reglades (evolvents) a partir de segments amb materials com ara fil o palets.



Imatge 5. Corba reglada feta amb fil

5. Tensegritats [2015-2016]

S'explicà el concepte de tensegritats i la seua relació amb els grafs. Una tensegritat està formada per la combinació d'unes parts rígides i d'unes de flexibles que generen espai. Les parts rígides no es toquen entre sí i estan relligades per les parts flexibles.



Imatge 6. Taller de tensegritats

6. Catenària [2016-2017]

S’explicà el concepte de catenària, les seues propietats i les seues aplicacions com ara la banda miocardíaca de Paco Torrent Guasp, les construccions de Gaudí o el comportament del sabó.



Imatge 7. Igor explicant les propietats de la catenària



Imatge 8. Ángeles explicant la banda miocardíaca de Paco Torrent Guasp



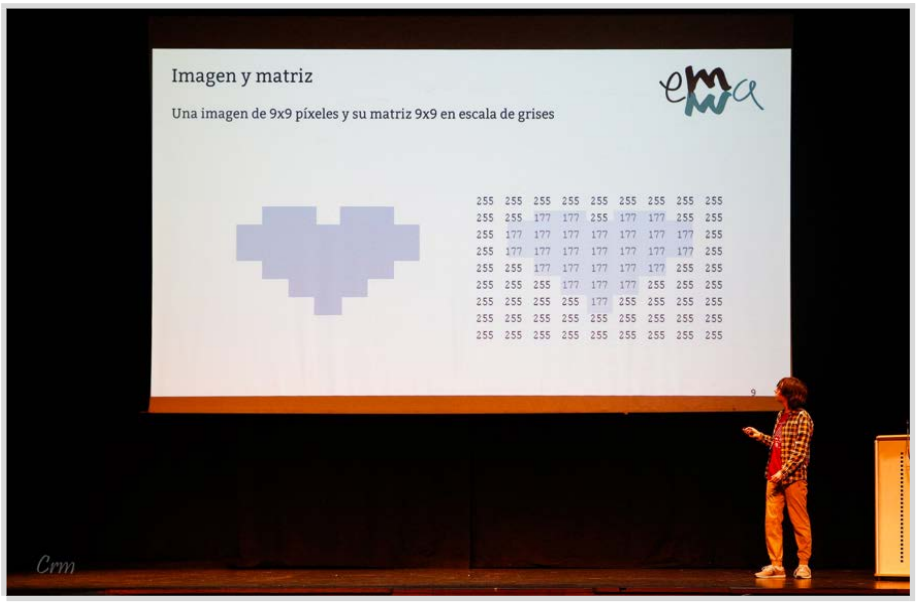
Imatge 9. Rita explicant les propietats de la catenària

7. Tractament d'imatges [2017-2018]

Vivim en un contacte continu amb la tecnologia digital i, en particular, fem un ús considerable de la fotografia. Les matemàtiques que hi ha al darrere són nombroses i més si volem fer algun tractament d'imatges. Les matemàtiques implicades que es van explicar giraven al voltant de les matrius.



Imatge 10. Aplicacions del tractament d'imatges



Imatge 11. Tractament matemàtic a les imatges

8. Jornades. 2018

El monitors assistiren com a ponents a les primeres jornades Vicent Caselles Costa celebrades a Gata i les jornades de la SEMCV celebrades a Alacant.



Imatge 12. Taller de la maqueta realitzada a les jornades Vicent Caselles Costa



Imatge 13. Conferència dels monitors a les jornades matemàtiques d'Alacant

El que volíem mostrar és què són capaços de fer aquests adolescents i joves d'entre 14 i 22 anys, en el seu pas per l'EMMA. Considerem rellevant que a la seva edat porten a terme les activitats esmentades i ens sembla important la influència positiva que ha tingut l'Escola en ells.

Murciélagos 3.0

Mª Victoria Herreras Belled[1], Rosa Ana Soler Carceller[2]
profebiogeovicky@gmail.com[1], rosanasolertecno@gmail.com[2]
Unidad Pedagógica Hospitalaria del Hospital la Fe (València)[1], IES Enric Soler i Godes (Benifaió)[2]

Modalitat: comunicació.
Nivell educatiu: Educació Secundària Obligatòria, Batxillerat.

Resumen

En la Comunidad Valenciana viven 22 especies diferentes de murciélagos sobre los que se está llevando a cabo diversos planes de actuación para proteger sus poblaciones. Se han realizado campañas educativas y proyectos de instalación de casas refugio, no solo para protegerlos sino también por el importante papel que los murciélagos juegan como control biológico de plagas. El IES Enric Soler i Godes se localiza en Benifaió, (Valencia) donde coexisten la industria y la agricultura. Su ubicación es ideal para la presencia de murciélagos y por tanto es altamente recomendable para realizar un estudio en profundidad de estos. Durante el curso escolar 2017-2018, se realizó un proyecto de conservación de la población de murciélagos del Instituto. Los diversos Departamentos Didácticos del Centro que participaron propusieron diversas acciones para difundir la importancia biológica de estos animales. Los objetivos fueron: realizar una profunda investigación para conocer la biología de los murciélagos de la localidad, ampliar el conocimiento de su anatomía y biología en inglés, difundir el proyecto en los colegios de educación primaria del municipio, construir y colocar casas refugio y revisar con drones su ocupación, contribuir a un control biológico de plagas de insectos (mosquitos, etc.), localizar geográficamente las colonias de murciélagos en el municipio mediante una App, concienciar a los alumnos de la importancia en nuestra cultura de los murciélagos y fomentar la creatividad mediante el diseño de un logotipo representativo del proyecto y la redacción de microrrelatos. Indicar el gran valor pedagógico y motivacional que ha tenido este proyecto, dónde se han incluido todas las competencias clave que aparecen en la ESO, se ha trabajado por proyectos, se ha llevado a cabo una experiencia de trabajo interdepartamental y se ha conseguido fomentar la conciencia ambiental de la comunidad educativa.

Palabras clave: murciélagos, conservación, interdisciplinar, investigación, ABP

1. Antecedentes

El Convenio sobre la Diversidad Biológica de Naciones Unidas reconoce que la conservación de la biodiversidad es un interés común de toda la humanidad y tiene una importancia crítica para satisfacer sus necesidades básicas [5].



Todas las especies de murciélagos identificadas en España tiene protección de carácter estatal (Real Decreto 139/2011 del 4 de febrero). Además, la circunstancia de que muchas de las especies de murciélagos sean insectívoras, avala el importante papel que pueden desempeñar como mecanismo biológico de control de plagas [4]. Sus hábitos crepusculares y nocturnos los hacen idóneos para la captura de multitud de especies de insectos, que en algunos casos suponen problemas de salud pública. De hecho, recientemente, desde la Universidad Complutense de Madrid, se ha hecho una propuesta de aprovechamiento de la población de murciélagos de la ciudad universitaria, como control de plagas de la especies de mosquitos transmisores del virus Zika. [8]

En España se encuentra la Asociación Española para lo Conservación de especies de murciélagos (SECEMU) que lleva a cabo multitud de proyectos para la conservación de sus poblaciones [2]. Además del nivel de protección estatal, existen normativas de ámbito regional que amplían la protección de algunas especies. Así, en la Comunidad Valenciana se vienen desarrollando diversos planes de actuación para proteger las especies de quirópteros de esta comunidad [6]. Además se han realizado campañas educativas y de concienciación [6, 13] y proyectos de instalación de casas refugio [10]. El estado de conservación de algunas especies es tan delicado que se dispuso de un Proyecto Life de la CE para la conservación de sus poblaciones [6].

1.1. Contextualización del proyecto

El IES Enric Soler i Godes es un centro que se localiza en el municipio de Benifaió [14], una población perteneciente a la comarca de la Ribera Alta (Valencia) que compagina la industria con la agricultura. El Centro Educativo se encuentra a las afueras del pueblo, al lado del Barranc del Tramusser, canalizado hace unos 10 años. Por tanto su ubicación es recomendable para la presencia de una población de murciélagos y en consecuencia ideal para realizar un estudio en profundidad de su población local. (fig. 1)



Fig. 1. IES Enric Soler i Godes (Benifaió)

La presencia de murciélagos en el Instituto ya era conocida desde hace al menos 15 años. No era extraño encontrarnos con crías caídas cerca del edificio principal (fig. 2), y en algún momento ya se habían construido cajas nido, de las cuales se conserva todavía una colgada (fig. 3)



Fig. 2. Especie de murciélago del IES



Fig. 3. Antigua casa nido

Hace unos años, también, debido a esta curiosidad por el tema de los murciélagos, el alumnado de Taller de Proyectos de 2º ESO estudió las condiciones de vida de los murciélagos y construyó cajas-nido (fig. 4) adecuadas a sus necesidades, aunque no llegaron a ser instaladas al carecer de medios técnicos para llevarlo a cabo.



Fig. 4. Casa construida en Taller de Proyectos el curso 15-16

Curiosamente, en los últimos años, ha crecido el interés social en estos mamíferos alados gracias a la aparición de diversas noticias en medios de comunicación (fig. 5).



Fig. 5 Noticias reciente sobre el papel biológico de los murciélagos

La abundante colonia de murciélagos existente en el Centro junto con este interés social, nos llevó a plantearnos la puesta en marcha de un proyecto de Centro que abordara el conocimiento de la especie, no sólo desde un punto de vista biológico y de sus problemas de conservación, sino histórico, cultural, etc.

2. Proyecto de Centro. Aportaciones de los Departamentos Didácticos

La idea del proyecto nació durante el primer trimestre del curso 2017-2018 en clase de Ciencias de la Tierra y del Medio ambiente (2º de Bachillerato) y un grupo de clase decidió encargarse de su ejecución. Este interés inicial por el conocimiento de los murciélagos, posteriormente se generalizó a una buena parte de la comunidad educativa.

Considerábamos necesario que todo el alumnado implicado en su estudio fuera capaz, a su vez, de involucrar a su entorno para que el objetivo principal del proyecto tuviera sentido. Finalmente un total de 7 Departamentos Didácticos se interesaron directamente en fomentar el conocimiento de la población de murciélagos del Centro (fig. 6), lo que supuso la implicación de un centenar de alumnos trabajando de alguna manera en el proyecto.

Departamento	curso	alumnado
Biología y Geología	2º Bachillerato	3
Tecnología	3º y 4º ESO. FPB1	25
Informática	2º Bachillerato	6
Educación Plástica, Visual y Audiovisual	4º ESO	30
Inglés	1ºESO	18
Castellano	3º ESO	10
Geografía e Historia	2º ESO	12
Total alumnado implicado		104 (30% alumnado)

Fig. 6. Alumnado participante en el proyecto por Departamentos Didácticos

2.1. Objetivos generales

Los objetivos iniciales fueron:

1. Realizar una profunda investigación para conocer la población de murciélagos de la localidad, favoreciendo así su conservación mediante la fabricación de casas refugio.

2. Difundir nuestro proyecto en los CEIP (colegios de educación infantil y primaria) del municipio.



3. Contribuir a un control biológico de plagas de insectos (mosquitos, etc.) de la zona dado que son la base de la alimentación de estos.

4. Colocar casas refugio, hechas con cajas de vino reutilizadas, para favorecer la habitabilidad de la población de murciélagos del Instituto.

Al ser un proyecto de Centro los objetivos se ampliaron y así, los Departamentos Didácticos que participaron propusieron diversas acciones para difundir la importancia biológica de estos animales, generalmente poco conocidos y que suelen tener una connotación negativa por parte de la población. De esta manera el proyecto de Centro giró en torno a la difusión del conocimiento de la biología de los murciélagos, de su importancia biológica y, por tanto, del interés ambiental de la conservación de sus poblaciones.

2.2. Departamento de Biología y Geología

El proyecto abarcó las tres evaluaciones del curso y por ello se fueron consiguiendo la mayoría de los objetivos propuestos. Hay que tener en cuenta que los murciélagos son unos animales que hibernan y, por eso, durante la mayor parte del proyecto los datos obtenidos sobre su biología fueron indirectos, pero no por eso menos interesantes. Estos fueron los siguientes:

1.- Localización e identificación de lugares de hibernación de la población de murciélagos en el patio del Centro. (fig. 7)

2.- Selección de 10 localizaciones (básicamente fisuras entre las tuberías y el hueco donde éstas se encuentran) tanto en la parte sur como norte del patio del IES (fig. 7).



Fig. 7. Fisura donde se localizan los murciélagos

3.- Limpieza inicial de restos de heces previas y obtención semanal de una muestra de las heces de los murciélagos en las 10 localizaciones elegidas (fig. 8)



Fig. 8. Restos de heces de murciélago

4.- Análisis de las muestras de heces con el microscopio y la lupa binocular (fig. 9). La finalidad de este análisis era, por una parte, poder averiguar su dieta, que está basada fundamentalmente en insectos y, por otra, intentar inferir bien el número de murciélagos en cada hábitat o bien su tasa metabólica.

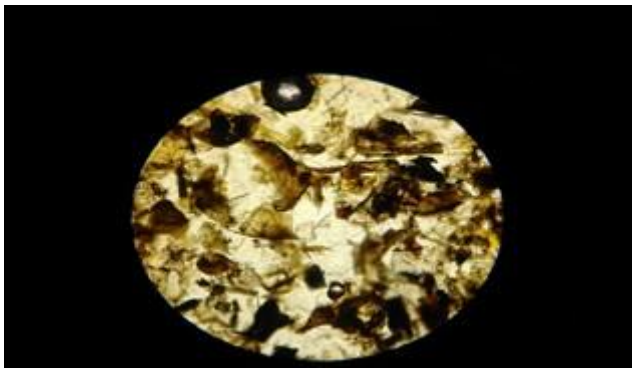
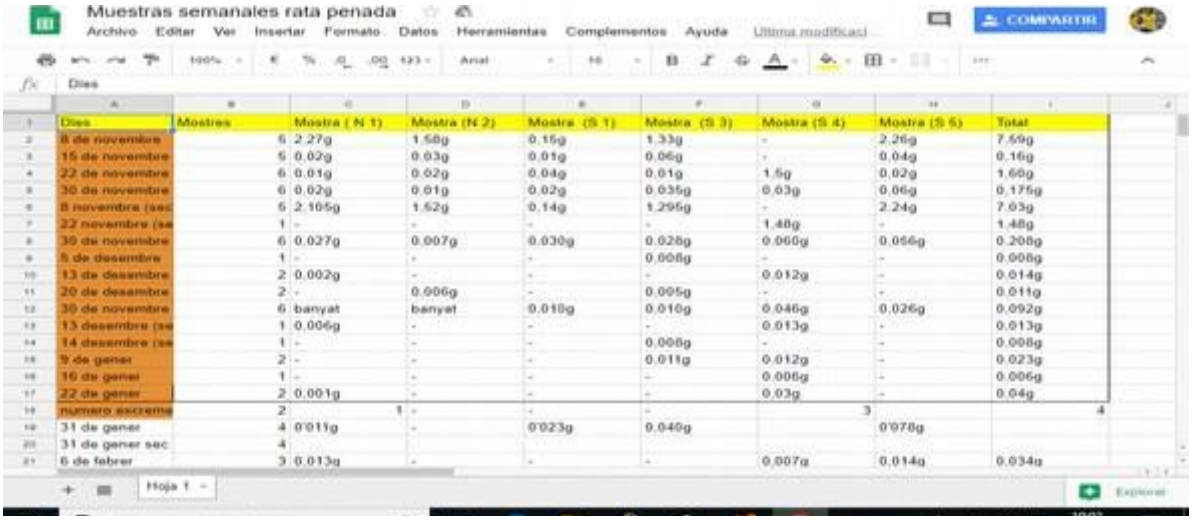


Fig. 9. Restos de insectos en las heces (10x)

5.- Registro de los datos obtenidos del peso seco y húmedo de las muestras en una hoja de cálculo (fig. 10), con el objetivo de trabajarlos estadísticamente y poder correlacionarlos con el metabolismo de los individuos de cada refugio en las diferentes estaciones del año.



Muestras semanales rata penada

Dies	Mostres	Mostra (N 1)	Mostra (N 2)	Mostra (S 1)	Mostra (S 3)	Mostra (S 4)	Mostra (S 5)	Total
8 de novembre	6	2.27g	1.58g	0.15g	1.33g	-	2.26g	7.59g
15 de novembre	6	0.02g	0.03g	0.01g	0.06g	-	0.04g	0.16g
22 de novembre	6	0.01g	0.02g	0.04g	0.01g	1.5g	0.02g	1.60g
30 de novembre	6	0.02g	0.01g	0.02g	0.035g	0.03g	0.06g	0.175g
8 novembre (sec	6	2.105g	1.52g	0.14g	1.295g	-	2.24g	7.03g
22 novembre (se	1	-	-	-	-	1.48g	-	1.48g
30 de novembre	6	0.027g	0.007g	0.030g	0.028g	0.060g	0.056g	0.208g
5 de desembre	1	-	-	-	0.008g	-	-	0.008g
13 de desembre	2	0.002g	-	-	-	0.012g	-	0.014g
20 de desembre	2	-	0.006g	-	0.005g	-	-	0.011g
30 de novembre	6	banyat	banyat	0.010g	0.010g	0.046g	0.026g	0.092g
13 desembre (se	1	0.006g	-	-	-	0.013g	-	0.013g
14 desembre (se	1	-	-	-	0.008g	-	-	0.008g
9 de gener	2	-	-	-	0.011g	0.012g	-	0.023g
16 de gener	1	-	-	-	-	0.006g	-	0.006g
22 de gener	2	0.001g	-	-	-	0.03g	-	0.04g
numero excrem	2	1	-	-	-	3		4
31 de gener	4	0'011g	-	0'023g	0.040g		0'078g	
31 de gener sec	4							
6 de febrer	3	0.013g	-	-	-	0.007g	0.014g	0.034g

Fig. 10. Registro de toma de muestras semanal de heces de murciélago

6.- Identificación de la especie de murciélago con colonias en el Instituto. Para ello nos basamos en: la obtención de fotos de algunos ejemplares (fig. 11), en el empleo de un ecolocalizador cedido por el Departamento de Ecología, de la Universitat de València, con el que se pudo obtener la frecuencia de emisión de sonidos de los murciélagos del IES, así como el registro de estos (fig. 12), que son parámetros diferenciadores de especie [7]. Además se relacionó la población con ambientes antrópicos habitando en grietas en edificios o en la roca, y también en huecos de árboles [6]. Con todos estos datos llegamos a una identificación que se ajustaba a la especie *Pipistrellus* c.f *pipistrellus*. Pero serían necesarios estudios posteriores para verificar más fehacientemente la identificación de la especie.



Fig 11. Fotografía murciélago



Fig. 12. Ecolocalizador detectando frecuencia de emisión de murciélagos en el IES

7.- Instalación de 10 casas refugio muy cerca de los lugares de cría previamente seleccionados (fig. 13). La instalación de casas refugio está avalada por estudios previos en diferentes zonas, y particularmente en la Comunidad Valenciana, donde se han colocado para aumentar la disponibilidad de huecos donde los murciélagos puedan habitar. Además, datos previos sugieren que la ocupabilidad de estos refugios aumenta con el tiempo (10). Solo el tiempo confirmará o no esta sugerencia.



Fig.13. Colocación de las casas refugio

2.2 Departamento de Tecnología

2.2.1 Reforma de las cajas nido

El Departamento de Tecnología trabajó en el proyecto Murciélagos 3.0 desde dos vertientes. Por una parte, el alumnado *de* FPB1, dentro del Módulo Científico-Matemático, se encargó de la reforma de las cajas nido para habilitarlas a las necesidades de la especie que habita en el IES Enric Soler i Godes. Partíamos de unas cajas nido elaboradas con cajas de vino reutilizadas (fig. 14).



Fig. 14 Caja de vino reutilizada como casa refugio para murciélagos

Estas cajas tenían unos espacios para los murciélagos que resultaban demasiado grandes para sus características, por lo que decidimos hacer estos espacios más pequeños, con la misma madera tratada con la que estaban hechas las cajas (fig. 15). Los alumnos se organizaron en grupos de tres y cada grupo remodeló 1-2 cajas (fig. 17).



Fig. 15. Modificación de las ranuras habitáculo

El siguiente paso fue colocar una madera sobre estas divisiones (fig.16)



Figura 16. Colocación de la plancha de madera



Fig. 17. Reforma de las cajas refugio de para murciélagos

2.2.2 Construcción de un dron con finalidad medioambiental

Por otra parte, los *alumnos de Tecnología de 4º ESO* participaron por segunda vez en el proyecto *"La feria aérea".* El proyecto consistía en que los estudiantes participantes aprendieran a montar un dron y que idearan una aplicación que tuviera un impacto positivo en su localidad, solucionara alguna problemática concreta o pusiera en valor algún aspecto del municipio. Decidimos que este

curso la finalidad de nuestro dron sería la filmación de las zonas de cría de los murciélagos y las cajas nido instaladas.

Durante este proceso se siguió la metodología de proyectos necesaria en todo proceso tecnológico. Una vez clara la necesidad (diseño y construcción de un dron con una webcam conectada vía wifi para grabar las zonas donde habitan los murciélagos), se procedió a la búsqueda de información y realización de bocetos.

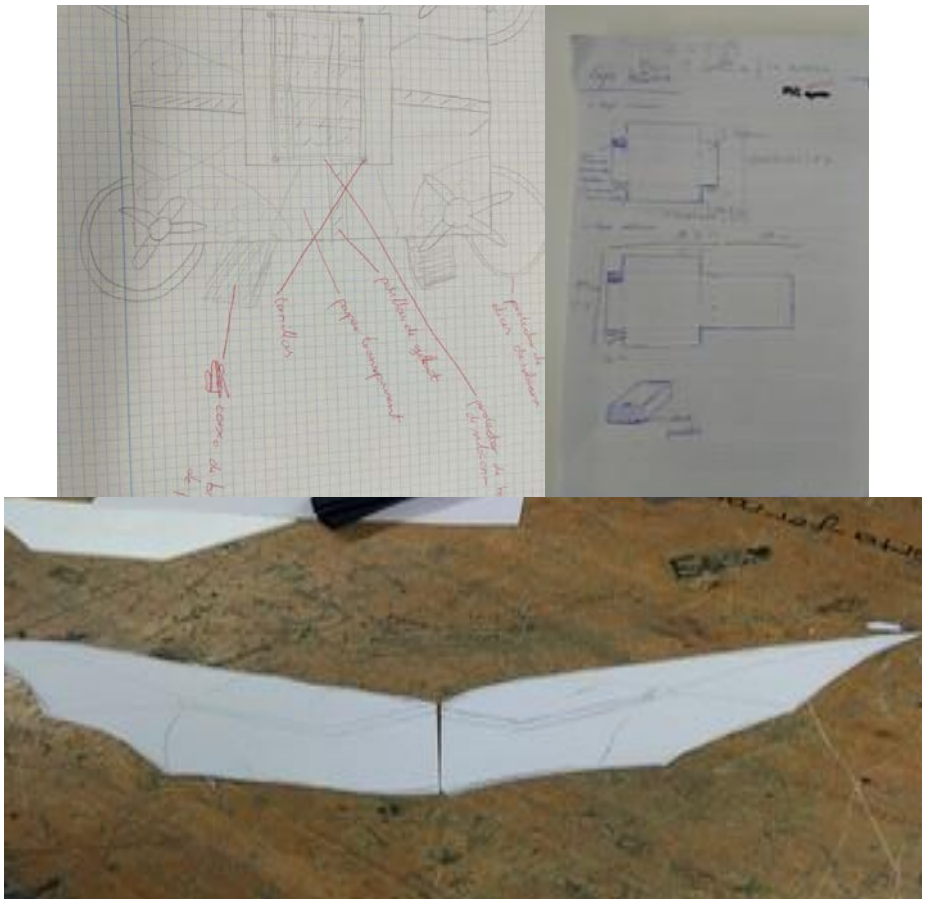


Fig. 18. Bocetos de la forma del dron

Tras elegir la mejor opción se realizaron los planos con Tinker CAD (fig 19) y se comenzó la construcción con poliestireno espumado (fig 20)

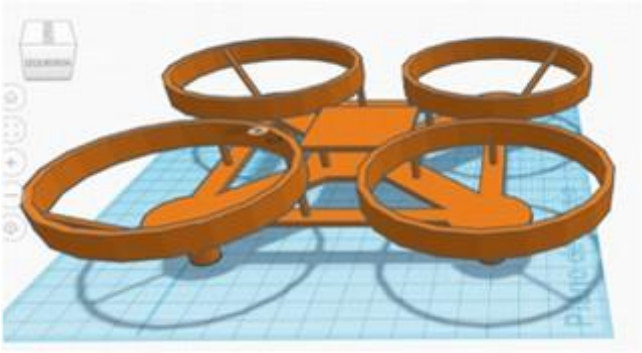


Fig. 19. Planos del dron



Fig. 20. Montaje del dron

Ya con el dron terminado se realizó un primer vuelo de verificación. Previamente los alumnos habían realizado prácticas de vuelo en el gimnasio con drones comerciales.



Fig. 21. Vuelo de pruebas

Tras el vuelo de pruebas, hubo que realizar algunos cambios para reforzar la estructura con perfiles de aluminio (fig. 22) y se decidió decorar los guarda hélices con piezas de goma VEA con forma de alas, para darle el aspecto definitivo al prototipo (fig 23).

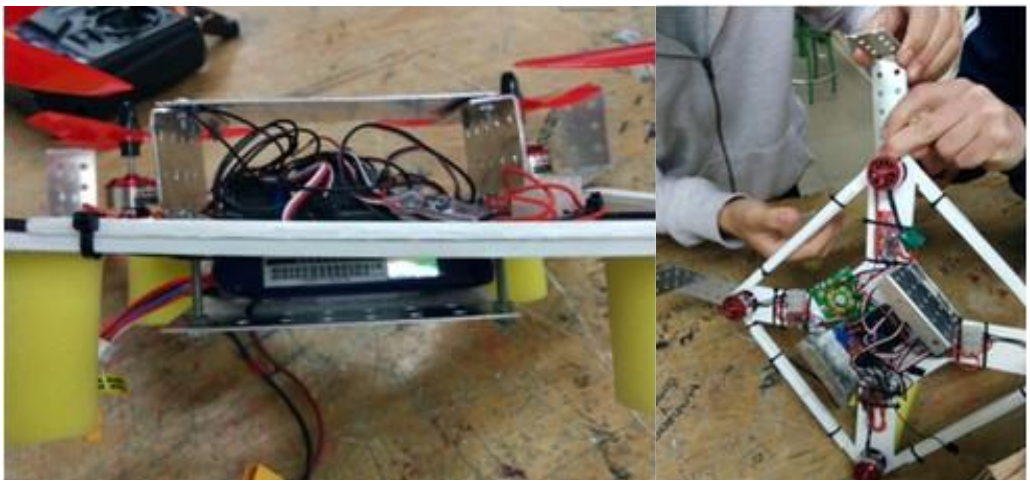


Fig 22. Refuerzo de la estructura del dron

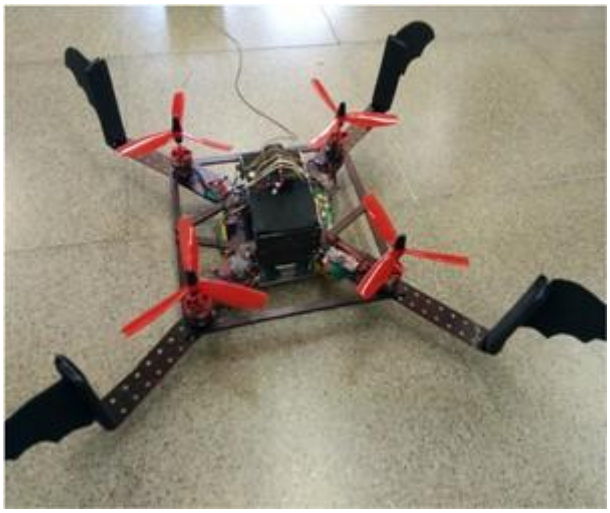


Fig 23. Dron finalizado

2.3 Departamento de Informática

Los alumnos de 2º de Bachillerato se encargaron del desarrollo de una aplicación para móviles Android para permitir a sus usuarios enviar información sobre la localización de los puntos en los que se avistaran murciélagos (fig. 24)
La aplicación permite enviar fotografías de los lugares donde se produzcan avistamiento de murciélagos con su correspondiente localización. De esta

manera, las localizaciones quedan registradas en un mapa de Google Maps, y así cada usuario de la App puede visualizar en un mapa todas las posiciones registradas. Con la información obtenida se podrá decidir sobre la futura ubicación de posibles casas refugio en otros lugares del municipio. La App es gratuita y está disponible en Playstore. Murciélagos S.A

La aplicación se realizó con la herramienta Appinventor y está vinculada con una base de datos MySQL, con la cual se comunica, haciendo uso del lenguaje PHP. En una ampliación futura de la aplicación, se podría incluir, por ejemplo, la posibilidad de consultar estadísticas en base a la información recopilada o de recibir notificaciones en la propia aplicación.

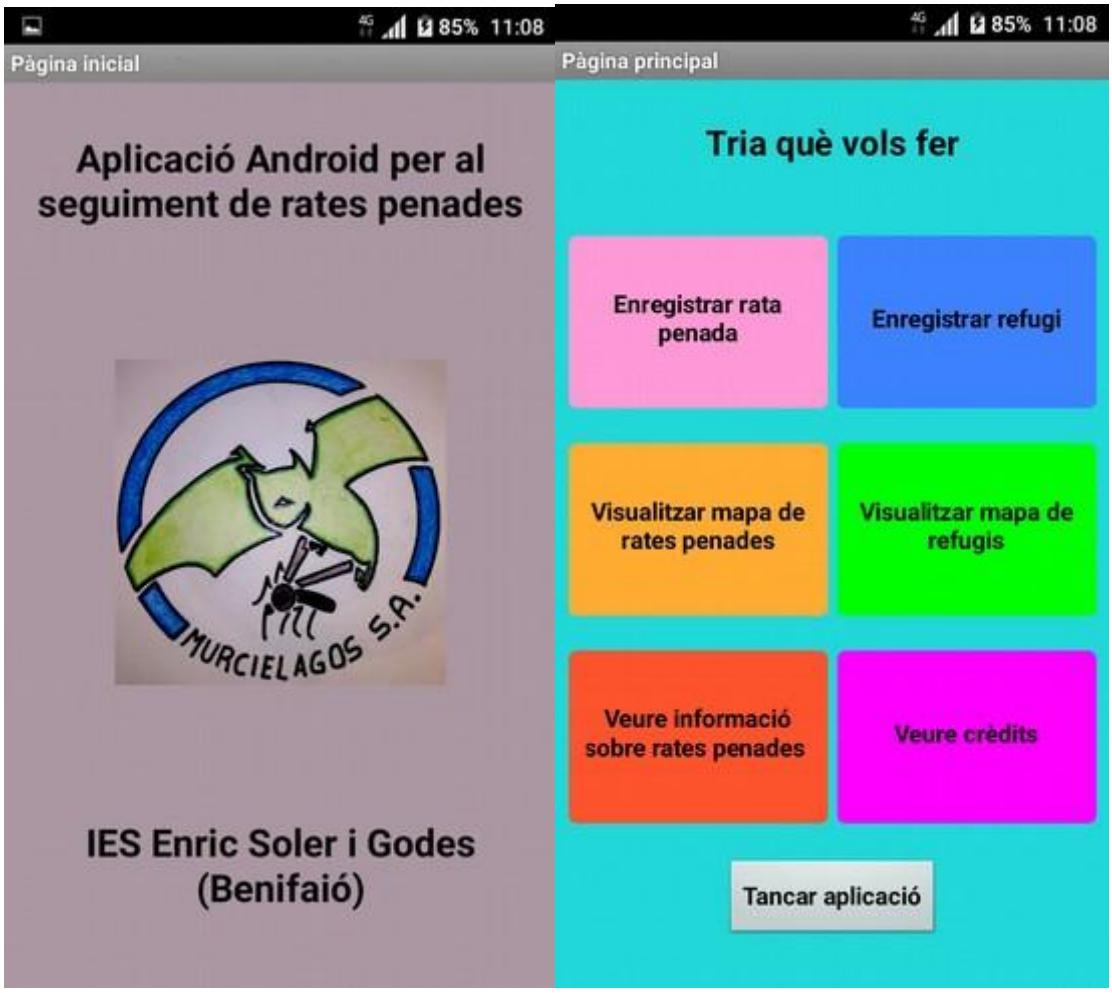


Fig.24. Aplicación Android

2.4 Departamento de Lengua y Literatura Castellana

Se llevó a cabo un taller de microrrelatos con los alumnos de 3º de ESO y, como trabajo final, realizaron microrrelatos con un máximo de 140 caracteres teniendo como punto de partida la palabra MURCIÉLAGO, que todos, de un modo u otro, deberían incluir en su breve narración (fig. 25). Una vez terminada la actividad, y sin saber a quién pertenecía cada uno de los cuentos, se leyeron y los propios alumnos eligieron los tres mejores de cada clase. Los ganadores obtuvieron una mejora proporcional en sus calificaciones de la 3ª evaluación.



Fig. 25. Microrrelatos sobre murciélagos

2.5 Departamento de Educación Plástica Visual y Audiovisual

El alumnado de la optativa de Educación Plástica, Visual y Audiovisual de 4º de ESO participó en el proyecto creando un logotipo (imagen + texto) para el proyecto Murciélagos S.A (nombre del proyecto original). Se partió desde el conocimiento de las necesidades del proyecto para encontrar la imagen que ayudase a representar visualmente y estuviese dentro de una estética acorde

al discurso ecológico del proyecto. El trabajo fue realizado por grupos abordando las diversas fases en la elaboración de un diseño. Tras una investigación documental y selección de referencias o ejemplos de otros logos, se fueron creando bocetos y eligiendo distintas tipologías, desechando o modificando aquellos que cada equipo consideraba que era su candidato. Una vez trabajada la forma y la composición en en blanco y negro se pasó a la segunda versión de cada uno a color. Para ello se eligieron, acorde con el proyecto, los tonos azules y verdes como predominantes, ya que son los que connotan naturaleza, ecología, frescor, limpieza. Finalmente, se eligieron por parte de los alumnos diseñadores tres finalistas y seguidamente los alumnos responsables del proyecto eligieron el más acorde a las necesidades comunicativas que se buscaba en el diseño. (Se muestran adjuntos los distintos diseños y el final). (fig 26 a, b,c).

Además, el alumnado de 4º de ESO también se encargó realizar mediante la técnica del pirograbado el logo en las cajas refugio antes de ser instaladas.



Fig. 26 a, b. Diseños de Logos para el proyecto



Fig. 26 c. Diseño del Logo elegido para representar al proyecto

2.6 Departamento de Geografía e Historia

La figura del murciélago tiene un vínculo histórico con la Comunidad Valenciana, apareciendo en su escudo, lo cual hace doblemente interesante su estudio, dado que su interés cultural se remonta siglos atrás (9,11). Con este motivo el alumnado de un grupo de 2º de la ESO trabajó la importancia del murciélago en las leyendas y heráldica valenciana. Previa explicación del docente de la materia sobre las principales leyendas relacionadas con el murciélago en la historia del Reino de Valencia (sobre todo las vinculadas al Rey Jaime I), el alumnado buscó un escudo donde estuviera el murciélago y las razones de por qué este animal forma parte del escudo de Valencia, vinculándolo a las leyendas trabajadas en clase. El trabajo fue realizado durante la 2ª evaluación (fig. 27).



Fig. 27. Trabajos del papel del murciélago en la heráldica valenciana

2.7 Departamento de Inglés

El alumnado de dos grupos de 1º ESO, dentro de una unidad didáctica dedicada a los animales en general, se centró en los murciélagos para aprovechar lo aprendido en dicha unidad relativo a partes del cuerpo y descripción de un animal. Además, tras la visita del alumnado de 2º de Bachillerato al aula para introducir el proyecto principal, y dado el interés mostrado por el alumnado, se desarrollaron diversas actividades:

1.-Visionado de varios vídeos en inglés sobre los murciélagos. All About Bats for Kids: Animal Videos for Children - FreeSchool acompañado de ficha creada por el profesor. (fig. 28).



Fig. 28. Ficha de clase

2.- Uso y creación de actividades en la plataforma KAHOOT con el formato true/false y preguntas con respuesta múltiple.

3.- Descripción en inglés del murciélago, con información relativa a su tipología, alimentación, localización geográfica, morfología, sistema de comunicación, ciclo vital.(fig 29)

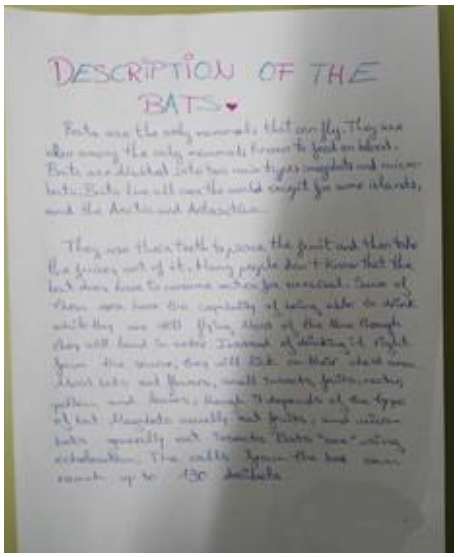


Fig. 29. Descripción en inglés de los murciélagos

4.- Análisis de las partes del cuerpo de un murciélago en inglés y posterior recreación del modelo en diferentes formatos por parte del alumnado. (fig. 30)

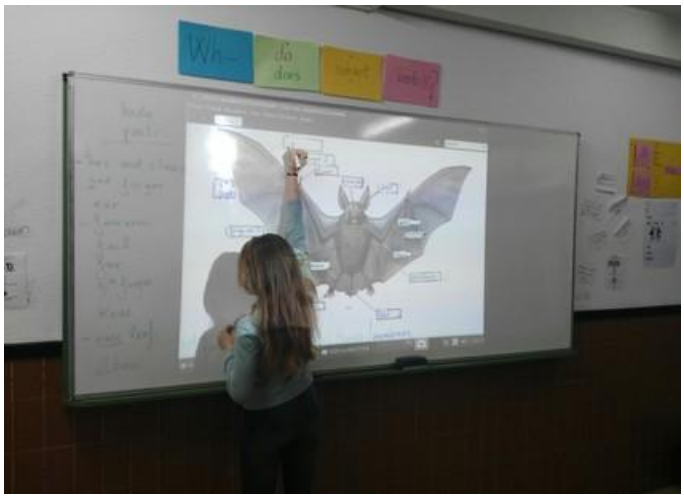


Fig 30. Partes de un murciélago en inglés

3. Difusión del proyecto

La difusión del proyecto se ha realizado a distintos niveles.

1.- En el IES

Por una parte los alumnos de inglés expusieron sus trabajos a sus compañeros tanto en clase, como en los pasillos, del instituto en paneles informativos y maquetas (fig. 31).



Fig. 31. Partes de un murciélago en inglés

2.- En los CEIP de la localidad

El grupo de alumnos de 2º Bachillerato encargado del proyecto impartió una charla a los alumnos de en los Centros de educación primaria de la localidad (fig. 32 a y b), y en diversos grupos del propio IES implicados en el proyecto de centro. La finalidad de las charlas no solo era dar a conocer el proyecto sino también crear una conciencia ambiental en el alumnado de Primaria y resto de alumnado de secundaria, así como invitarles a participar también en el proyecto desde sus colegios.



Fig. 32 a y b. Charlas en los CEIP de la localidad

3.- Evento “La Feria Aérea”.

En mayo, y gracias a la colaboración del Ayuntamiento de Benifaió, participamos en la Feria Aérea, un evento realizado en la Escola Tècnica Superior d’Enginyeria de la Universitat de València, donde distintos centros educativos presentan sus drones y exponen la finalidad social a que están destinados (fig. 34). Allí instalamos un stand donde el alumnado informó de nuestro trabajo a los participantes de otros centros (fig. 35). Además se realizó una exhibición de vuelo del *bat-dron* (fig. 33) y se expuso el trabajo en el salón de actos de la escuela.



Fig. 33. Exhibición de vuelo



Fig.34. Miembros del proyecto



Fig. 35. Stand

Además se participó en una entrevista con la empresa que promovía el acto, con la posterior aparición en periódicos y redes sociales.



El instituto Enric Soler i Godes crea un dron para controlar el hábitat de los murciélagos

? Los estudiantes de Benifaió presentarán su proyecto educativo en la cuarta edición de la Feria Aérea

Los alumnos del instituto Enric Soler i Godes de Benifaió trabajan en la construcción de un dron que permita recoger imágenes y controlar el hábitat de los murciélagos del centro educativo y del municipio. El proyecto se presentará en la muestra de la Feria Aérea, que se celebrará el próximo 18 de

Fig.36. Reseña del periódico“Levante EMV”

4.- Obviamente se hizo difusión del proyecto en redes sociales tanto del proyecto como de la participación en la feria aérea y la puesta en marcha de la App (fig.37).



Fig.37.Difusión en redes sociales

5.- Finalmente remarcar que se participó en convocatorias de premios a nivel nacional.



4. Metodología aplicada

Como se ha indicado en las diferentes actividades y tareas de cada Departamento didáctico, las metodologías aplicadas han sido muy activas y fundamentalmente participativas. De alguna manera, todo el trabajo realizado en su conjunto implica aplicar las metodologías del aprendizaje basado en proyectos (ABP) (1). Uno de los aspectos que consideramos más interesantes e innovadores es que sea el propio alumnado del centro el que explique a sus compañeros el proyecto a llevar a cabo, animándoles a colaborar, con la finalidad de conseguir un objetivo común. De esa manera se descentraliza parcialmente el papel del docente, fomentando la autonomía e iniciativa en el alumnado. Además, se consigue la implicación de este en un problema cercano a su entorno y realidad, aspecto que se consigue cuando se implica a personal profesional y externo al centro en su realización [1].

5.- Evaluación. Competencias clave

El desarrollo del proyecto ha permitido trabajar todas las competencias clave de la ESO según la Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato.

Competencia para a Aprender a Aprender, Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor, Competencia social y cívica.

Esta competencia es inherente a la metodología aplicada ya que en muchos casos, el trabajo ha sido colaborativo. Pero además se han realizado las siguientes tareas: difusión del proyecto a nivel de Centro, local e intercentros,



desarrollo de una app con finalidad municipal, diseño de un dron con una finalidad social.

Competencias CTEM (Ciencia, Tecnología y Matemáticas) y Competencia Digital

Estas competencias han sido una parte fundamental del proyecto gracias a la realización de las siguientes tareas: resolución de problemas, interpretación de bases de datos, diseño experimental, estudio de la biología de los murciélagos, diseño y construcción de prototipos (electrónica, robótica), diseño de una App, elaboración de documentos (hojas de cálculo, procesador de textos, CAD y presentaciones).

Competencia en Comunicación Lingüística.

La presente competencia ha sido desarrollada en los siguientes entornos: oral, por medio de presentaciones en diferentes entornos y escrita, mediante la búsqueda de información, producción en diferentes lenguas (castellano, valenciano, inglés) y en diferentes registros (literario, investigación, técnico).

Conciencia y expresiones culturales

Esta competencia se ha desarrollado en la realización de las siguientes tareas: Estudio de la tradición heráldica valenciana, producción de textos literarios, diseño e impresión de logotipos y en el diseño y construcción de prototipos.

6. Entidades colaboradoras y familias

La directiva del IES y el ayuntamiento de Benifaió apoyaron desde el principio el proyecto Murciélagos 3.0, tanto económicamente, sufragando los gastos que el trabajo acarreaba, como con la aportación de medios. En el desarrollo del proyecto fue fundamental el papel desarrollado por D. Josep Marco, socio de “El Celler de la Muntanya”. Desde esta entidad y tutorizados por Slow Food, de la que es miembro, está llevando a cabo un trabajo de conservación de murciélagos aprovechando las cajas de vino no utilizadas. Él fue quien nos suministró las casas refugio que reformamos e instalamos en el Instituto (fig. 38)





Fig. 38. Reunión en el IES Enric Soler i Godes con entidades colaboradoras del municipio

Importante también remarcar el apoyo de las familias de alumnos. Por una parte el profesor Dr. Francesc Mesquita (fig. 39), del Departamento de Ecología, de la Universitat de València y padre de un alumno del Centro colaboró en el proyecto, facilitándonos un ecolocalizador que sirvió para ayudar a la identificación de la especie de murciélago de la población del Instituto. Nos explicó que mediante el ecolocalizador se obtiene la frecuencia de emisión de los murciélagos.



Fig.39. Professor Francesc Mesquita Joanes. (Dept. d'Ecologia i Microbiologia. Universitat de València)

Por otra parte, D. Óscar Ferrandis Segarra (fig. 40), familiar de un alumno del centro, nos ayudó a realizar registro mediante un dron de las imágenes aéreas del centro.



Fig.40. Óscar Ferrandis Segarra

7. Conclusiones

La conclusión general del proyecto es muy satisfactoria porque entre otros aspectos se ha realizado un trabajo interdepartamental, con la complejidad que eso implica. Al trabajar por proyectos se han podido desarrollar la mayoría de las competencias clave. Además, los alumnos implicados han aprendido a realizar un trabajo de investigación y a valorar el esfuerzo que supone su realización. Y por último, pero no menos importante, la ejecución del proyecto ha conseguido el desarrollo de un enfoque sostenible de nuestro centro.

Referencias

[1] Aprendizaje basado en proyectos (Eduforics)
[2] Asociación española para la conservación de especies de murciélagos
[3] Bat Conservation and Education. A Grassroots Project. Into the wild, Inc

[4] Charbonnier Y, Barbaro L, Theillout A, Jactel H (2014) Numerical and Functional Responses of Forest Bats to a Major Insect Pest in Pine Plantations. PLoS ONE 9(10): e109488. pmid:25285523
[5] Conservación de la diversidad en el mundo (Ministerio para la transición ecológica)
[6] Conservación de los Quirópteros de la Comunidad Valenciana. (Conselleria de territori i habitatge)
[7] Dietz, K. (2017). Murciélagos de Europa. Nueva generación de guías de campo. Editorial Omega. 400 páginas.
[8] El grupo de seguimiento de Fauna CEI- Campus Moncloa aboga por el uso de murciélagos como control de plagas en casos como el mosquito que trasmite el virus Zika (Universidad Complutense de Madrid)
[9] Gonzalez Doria, F (1994). Diccionario heráldico y Nobiliario de los Reinos de España. (Ed. Bitacora).
[10] Instal.lació de refugis per a les rates penades en la Comunitat Valenciana. Informe técnico.
[11] Labrado, V. (2008).Cròniques d'un rei. (Ed. Bromera)
[12] Los murciélagos en España, Portugal y Gibraltar (SECEMU)
[13] Monsalve, MA i Gago C, (2007) Projecte de recuperació de rates penades en la Comunitat Valenciana (Ed. Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge).
[14] Turismo en las comarcas de Valencia. Benifaió (València Turisme)

Nidos en la rambleta y arboretum misericordia, una experiencia de aprendizaje servicio para la inclusión social

Ana Muñoz Ortí y Pino Manzano Sosa
primera6@gmail.com y pmanzanososa@gmail.com
Formación Profesional Adaptada Nª Sº de la Misericordia, Valencia, Diputación de Valencia

Modalidad: Comunicación.
Nivel educativo: Programas Formativos de Cualificación Básica.

Resumen

La metodología de aprendizaje servicio, ApS, se muestra como una herramienta útil que posibilita la inclusión social y/o educativa del alumnado entre 16 y 21 años que no ha superado los objetivos de la educación secundaria obligatoria.

Esta comunicación hace referencia a dos experiencias de aprendizaje servicio llevadas a cabo durante el curso 2017/2018 con alumnado del Programa Formativo de Cualificación Básica "Trabajos de carpintería y mueble" del centro de Formación Profesional Adaptada Nª Sª de la Misericordia (Diputación de Valencia).

Palabras clave: Aprendizaje Servicio (ApS), inclusión, educación ambiental.

Los Programas Formativos de Cualificación Básica (PFCB) son una oferta formativa de 960 horas (un curso escolar) destinados al alumnado que no ha superado los objetivos de la Educación Secundaria Obligatoria. Son adolescentes comprendidos entre los 16 y 21 años vulnerables a la exclusión social y educativa. Son grupos de una gran diversidad, con evidentes barreras al aprendizaje y a la participación. Dicha diversidad viene dada por los distintos niveles y estilos de aprendizaje, por el alumnado con necesidades educativas especiales, otros con problemas crónicos de salud, con problemáticas familiares diversas, alumnado extranjero de incorporación tardía al sistema educativo, emigrantes mayores de 16 años, así como orientados a este recurso desde los equipos de Libertades Vigiladas.

Fundamentamos nuestro trabajo en tres pilares básicos;



- El ApS como metodología: aprender para transformar

- Educación ambiental: aprendiendo y sensibilizando a los demás

- Inclusión social: sentir y experimentar que pueden aportar algo a la sociedad

En este sentido mediante una formación interdisciplinar todos hacen y aprenden en la medida de sus posibilidades a la vez que se trabaja la autonomía del alumnado.

La colaboración con otras entidades y entornos conecta los aprendizajes fuera de la escuela aportando gran satisfacción y los resultados mejoran significativamente, obteniéndose la respuesta a la pregunta "¿esto para qué sirve?"

Al unirse el aprendizaje con el servicio se genera otra realidad nueva que intensifica los efectos de cada uno de ellos por separado. El servicio mejora el aprendizaje, lo motiva y dota de sentido, aportándole experiencia vital que permite extraer nuevos aprendizajes.

Estos proyectos educativos de utilidad social potencian el protagonismo de chicos y chicas, que trata de involucrarlos en el diseño, realización y evaluación de los mismos, compartiendo la iniciativa con agentes sociales externos a la comunidad educativa.

Entendemos la Educación Ambiental como una educación inclusiva que no entiende de barreras sociales, físicas ni económicas, donde todos y todas tenemos cabida y trabajamos juntos para conseguirlo.

Nuestros proyectos desarrollan dos tipos de servicios vinculados al medio ambiente:

- Proyectos de resolución de problemáticas ambientales locales; el alumnado investiga una problemática cercana y elabora propuestas de acción para resolverla; la plaga de la galeruca en el Parque de La Rambleta; la identificación del arbolado en el Complejo Educativo Misericordia.



- Comunicación y sensibilización ambiental; donde el alumnado desarrolla materiales de difusión para la comunidad: construcción de estructuras (cajas nidos y placas identificativas), cuadernillos didácticos, folletos divulgativos, puntos de lectura, fichas explicativas y otros.

Mediante estos servicio se pretende contribuir a la mejora cualitativa del entorno más cercano al alumnado, el medio ambiente y la sostenibilidad, posibilitándoles así escenarios para la participación ciudadana: el Parque de La Rambleta en el barri de Sant Mercel.lí y el Complejo Educativo Misericordia.

Pinchando en este enlace se accede al vídeo divulgativo y al proyecto de "Nidos en La Rambleta" Premio Nacional de Aprendizaje Servicio en 2018.

https://aprendizajeservicio.net/premio-medio-ambiente/

Pinchando en este enlace se accede al vídeo divulgativo y al Proyecto "Arboretum Misericordia"

https://www.youtube.com/watch?v=UF3BJgvCyeg

https://drive.google.com/file/d/15Vh0E9fgYmUj5csPbB4Q0u-E8PULmpzX/view?usp=sharing

Diseñar proyectos, realizarlos, tomar decisiones, resolver problemas, hablar en público, sentirse útiles y reconocidos eleva a niveles importantes la autoestima de adolescentes y jóvenes que en muchos casos son considerados como los del fracaso escolar, los del aula de…

Reflexionado sobre estos procesos se está realizando una auténtica inclusión, cumpliéndose de esta manera uno de los objetivos más importantes de la ciudadanía, "aprender a convivir":

- Desarrollando actitudes de colaboración y trabajo en equipo.
- Creando lazos de confianza, cooperación y solidaridad.

Hay que destacar la importancia de crear escenarios reales donde puedan desarrollarse todas las competencias. El mero conocimiento teórico no



garantiza la formación de una ciudadanía participativa, solidaria, capaz de desarrollar proyectos individuales y colectivos.

El desarrollo de estos proyectos favorecen la participación social de colectivos tradicionalmente receptores de servicios, convirtiéndolos en agentes activos, protagonistas de su cambio personal y de mejoras en su entorno. Esta participación provocará que el resto de la sociedad abandone un visión estigmatizadora fomentando además el reconocimiento de la valía personal y el desarrollo de valores y destrezas psicosociales necesarias para la inserción sociolaboral.

A través de estos proyectos se trabajan los contenidos curriculares del programa enlazándolos con los Objetivos de Desarrollo Sostenible recogidos en la Agenda 2030; ***Organizar el mundo de una forma más respetuosa con el medio ambiente y más sostenible en el tiempo*** y así estaremos contribuyendo a consolidar un mundo mejor. Todos y todas tenemos un compromiso con el Planeta en el que vivimos y con las personas que lo compartimos.



Raising attainment using sole in Mathematics. ERASMUS + KA2 PROJECT: 2017-1-UK01-KA201-036777

Raúl Abellán Agustín (1), Josep Miquel Lemus (2), Pilar Damas Susí (3), Aranzazu Carretero Candel (4), Josefa María Barber Alvado (5), Isabel de Gracia Hernández (6), Laia Campos (7), Elena Mª Ases Ramón (8), Mª Asunción Hernández Ubert (9), Enric Tudela Lara (10), Mª Carmen Abril Moncho (11), Dolores Lorente Llinares (12), Dolors Carbonell Rodríguez (13), José Luis Aparicio Aparicio (14), Óscar Peiró Sanz (15), Natividad Gómez Ibáñez (16), Vicent Magraner Peris (17), Àngela Sellens Pérez(18) i Mª Dolores Hernández Ubert (19).

raul.abellan.hermes@gmail.com (1)
josep@clegiohermes.net (2), mpilards@gmail.com (3)
arantxa@lescarolines.com (4)
mafalda.alvado@gmail.com (5), isabeldegracia@lescarolines.com (6),
laia@lescarolines.com (7) elenaases65@gmail.com (8),
hernandez.susi@gmail.com (9), entula07@gmail.com (10),
monchabril@hotmail.com (11), d.l.llinares@gmail.com (12),
dcarbonellrodriguez@gamil.com (13) 46001451@gva.es (14),
oscarpeiro@hotmail.com (15) nati.gomezibanez@gmail.com (16)
vicentmagranerperis@gmail.com (17) angelasellens@gmail.com (18),
mariolaspain@gmail.com (19)

Colegio Hermes (València), Escola Les Carolines (Picassent), CEIP José Mª Boquera Oliver (Carcaixent), CEIP Dr Sanchis Guarner (La Pobla Llarga), CEIP D. Jaime Aparicio Pérez (Anna) i Colegio Parroquial San José Patronato (Tavernes de la Valldigna).

Modalitat: Comunicació.
Nivell educatiu: Educació Primària.

Resum

En aquest projecte coordinat per Glasgow City Council i assessorat a la Comunicat Valenciana per Mª Dolores Hernández Ubert, participen 6 escoles valencianes, 5 escoles de Glasgow i 5 escoles de Varsòvia, a més de la Conselleria d'Educació, Investigació, Cultura i Esport de la Comunitat Valenciana. Des de 2017 fins a 2020 estan experimentant a l'àrea de



matemàtiques la metodologia de Sugata Mitra [1] SOLE, acrònim de Self Organised Learning Environments (Entorns d'Aprenentatge Auto-Organitzats) amb alumnat del tercer cicle de primària. Els objectius d'aquest projecte són millorar la competència matemàtica, la digital i la d'aprendre a aprendre, així com reflexionar sobre el rol del professorat.
Aquest nou enfocament metodològic se centra en la idea que una alumna o alumne pot aprendre qualsevol contingut matemàtic si el o la docent li ofereix una pregunta inspiradora o Big Question (en la llengua original) i li fica a la seua disposició un ordinador o dispositiu electrònic i connexió a internet.

Paraules clau: SOLE , Matemàtiques, Millora competencial.

Al setembre de 2017, sis escoles valencianes començàrem aquest projecte Erasmus+ coordinat per l'Ajuntament de Glasgow (Glasgow City Council), el British Council [2] i 5 escoles de Glasgow i 5 escoles de Varsòvia. El projecte naix a l'analitzar els resultats de les escoles d'Escòcia a les proves PISA en l'àrea de matemàtiques i comprovar que el rendiment de l'alumnat està per davall de la mitjana europea. Aquest projecte aborda la necessitat d'ensenyar millor les matemàtiques i augmentar les fites de l'alumnat ajudant el professorat a allunyar-se de la pissarra i permetre que els alumnes s'apropen i assumeixen la responsabilitat del seu propi aprenentatge. Aquest projecte recull les idees de Sugata Mitra, Professor of Educational Technology at the School of Education, Communication and Language Sciences a la Universitat de Newcastle, Regne Unit. Promotor de l'experiment Hole in the Wall i que va donar peu a la metodologia SOLE: Self-Organized Learning Environment (Entorns d'aprenentatge auto-organitzats). Aquesta metodologia aplicada a l'àrea de matemàtiques consisteix en plantejar a l'alumnat una 'Big Question', una pregunta que necessita d'una recerca per arribar a la solució i que de vegades pot tindre diverses respostes correctes. L'alumnat, usant les noves tecnologies, s'organitza per parelles o grups i busca la informació necessària per a arribar a la solució i presenta una exposició on explica a la resta de companys/es les seues conclusions. El paper del professorat és el de facilitador. El desenvolupament professional rebut pel professorat a les visites transnacionals anuals els dóna una perspectiva diferent i els permet ampliar les seves habilitats i destreses. La finalitat d'aquest projecte és demostrar que la



metodologia SOLE pot ser utilitzada de manera efectiva en l'aprenentatge de les matemàtiques. Es dóna un treball paral·lel a les aules i a la plataforma col·laborativa europea eTwinning. De la mateixa manera, l'impacte afegit d'aquesta aliança estratègica és l'intercanvi de bones pràctiques entre el professorat i l'observació dels diferents sistemes educatius, així com una oportunitat per a iniciar la internacionalització dels centres.

En el marc del projecte Erasmus+ KA201 'Raising attainment using SOLE in mathematics for 11-12 year old learners', sis centres d'Educació Primària de la província de València estem aplicant a l'àrea de matemàtiques la metodologia SOLE de Sugata Mitra. El professorat llança una Big Question (fonamentada en els objectius del currículum de l'àrea de matemàtiques d'EP). La pregunta plantejada ha de provocar un repte que permeta a l'alumnat investigar i aprendre en un entorn d'autonomia tant pel que respecta a la formació de grups com a l'organització interna d'aquests. Aquesta pregunta no pot ser trobada directament a través d'una recerca per intenet.

La temporalització de la Big Question l'hem concretada en dues sessions de 45 minuts.

Dediquem 5 minuts a introduir la BQ. La deixem visible a l'aula i recordem l'organització de l'activitat SOLE abans de començar.

Donem 5 minuts a l'alumnat perquè s'organitze en grups, parelles o individualment de manera autònoma. Poden canviar de companys/es al llarg de la sessió.

Durant 40 minuts, l'alumnat treballa en l'entorn d'aprenentatge auto-organitzat per trobar respostes a la BQ utilitzant principalment internet tot i que també poden fer ús d'altres recursos (llibres, persones capacitades per a donar una resposta acurada,...). Aquest espai els permet compartir idees, coneixements, respostes. L'alumnat pot explorar en qualsevol direcció per arribar a la solució.

A continuació, tenen 15 minuts per decidir la resposta i organitzar la presentació.

Per últim, dediquem 25 minuts per a que tots els grups exposen les seues solucions de manera oral, recolzats amb pòsters o presentacions digitals.



Comprovem les semblances i diferències entre tots els grups i arribem a una conclusió. Cal destacar que la BQ pot tindre una única solució o ser oberta i donar lloc a múltiples solucions.

El principal repte per al professorat és trobar una BQ engrescadora i que ajude a desenvolupar i a assolir per part de l'alumnat els continguts del currículum. I per part de l'alumnat, aprendre a treballar les matemàtiques d'una manera activa, més autònoma i que els permeta adoptar diferents rols dins dels grups auto-organitzats.

Per a concloure, es realitza una avaluació individualitzada de l'experiència amb propostes de millora per a la realització de la següent BQ. Els instruments d'avaluació que utilitzem són rúbriques per a l'alumnat i rúbriques per als docents. En elles, donem importància no sols a trobar una solució sinó i sobre tot, al procés d'aprenentatge.

Els resultats obtinguts fins el moment, portem ja dos anys experimentant amb aquesta metodologia, han sigut positius. Per part de l'alumnat, expressa molta més motivació, per la novetat, però també perquè els dóna la possibilitat de triar companyes i companys per aprendre i poder canviar de grup si així ho consideren, perquè poden investigar i experimentar lliurement i perquè els incentiva que la resposta puga ser oberta i múltiple. Per part dels docents, hem comprovat que és una metodologia apropiada per introduir conceptes matemàtics nous i els fa accessibles a tot l'alumnat en major o menor mesura, que millora la selecció crítica d'informació realitzada per l'alumnat a través d'internet, que respecta els diferents ritmes d'aprenentatge, fent l'aula més inclusiva, que permet un ventall molt ampli de presentació de resultats i que facilita la reflexió individual i grupal, tant de continguts matemàtics com de comportaments i relacions entre elles i ells. Finalment, desenvolupa altres competències curriculars com la competència d'aprendre a aprendre i la competència digital i valors com la cooperació, negociació, l'arribada a acords i la comunicació.





Imatge 1: Cartell Metodologia SOLE



Imatge 2: Logo SOLE Escoles Valencianes

VALORACIÓN BIG QUESTION

BIG QUESTION: Fecha: ……

(Rodea la opción correcta)

1.- Número de integrantes del grupo:

a) 1 b) 2 c) 3 d) 4 e) 5 f) Más de 5

2.- ¿Habéis encontrado una solución correcta a la BQ?

a) Sí b) En parte c) No

¿Era difícil la Big Question?

a) Muy fácil b) Fácil c) Era difícil, pero la hemos entendido. d) Muy difícil

3.- Búsqueda de información:

a) La hemos encontrado muy rápido. b) Nos ha costado, pero al final hemos obtenido toda la información.

c) No hemos podido conseguir toda la información. d) Era muy difícil conseguir la información necesaria.

4.- ¿Hemos necesitado ayuda de otros grupos?

a) sí b) Muy poco c) Nada

En caso afirmativo, ¿de qué grupos?

¿Hemos prestado ayuda a otros grupos?

a) Sí b) No

En caso afirmativo, ¿a qué grupos habéis prestado ayuda?

5.- ¿Qué contenidos matemáticos habéis utilizado para resolverla?

……

……

……

……

6.- ¿Crees que habéis aprendido algo?

a) Sí b) Muy poco c) Nada

Si habéis contestado afirmativamente la pregunta anterior, ¿Qué habéis aprendido?

……

……

……

……

7.- Ha sido una Big Question interesante:

a) Nada b) Poco c) Bastante d) Muy interesante

¿Cambiaríais algo de la Big Question?

……

……

……

……

……

8.- De todas las exposiciones, ¿Cuál lo ha explicado mejor? Justifica la respuesta

……

……

……

……

……¿Cuál ha sido la más creativa y que más recursos ha utilizado? Justifica la respuesta

……

……

……

……

……

9.- ¿Qué aspectos habéis de mejorar individualmente en la próxima BQ?

……

……

……

…¿Qué aspectos habéis de mejorar grupalmente en la próxima BQ?

……

……

……

10.- Valora de 0 a 4 las tres primeras columnas, siendo 0=nada: 1=poco; 2= algo: 3=bastante; 4=mucho; tanto tu trabajo como el del resto de tus compañeros de grupo. A continuación escribe la calificación que te pondrías tú y al resto de tus compañeros.

La última columna es para rellenarla el profesor. Cada alumno debe elegir un color para rellenar la tabla.

ALUMNO	PARTICIPACIÓN EN LAS TAREAS	APORTE A LA RESOLUCIÓN	CALIFICACIÓN QUE PONDRÍAS	CALIFICACIÓN DEL PROFESOR

Imatge 3: Rúbrica per a l'alumnat.



RÚBRICA BIG QUESTION

NOMBRE:_____ FECHA:_____

	3	2	1	0	peso (%)	Nota
SOLUCIÓN	Ha llegado a la solución utilizando los conceptos matemáticos adecuados	Ha solucionado parte del problema utilizando los conceptos matemáticos adecuados	Ha llegado a la solución por ensayo error sin utilizar los conceptos matemáticos adecuados	No ha llegado a la solución	40	
CONTENIDO DE LA EXPOSICIÓN	Explica los siguientes 4 apartados de la exposición: el planteamiento, el proceso, la solución y el análisis.	Sólo explica 3 apartados de la exposición.	Sólo explica 2 apartados de la exposición.	Sólo explica 1 apartado de la exposición.	20	
CLARIDAD Y ORIGINALIDAD DE LA EXPOSICIÓN	Se utilizan medios digitales u otros medios de maneras creativa y haciendo que la información aparezca de forma clara.	Se utilizan medios digitales u otros medios de manera que la información aparece de forma clara.	No se utilizan medios digitales u otros medios, pero la información aparece de forma clara.	La información no aparece de forma clara.	20	
PARTICIPACIÓN EN LAS TAREAS	Trabaja activamente durante toda la sesión	Trabaja activamente durante la mayor parte de la sesión	Se pasa la mitad del tiempo sin trabajar	Trabaja muy poco en la sesión	10	
APORTE A LA RESOLUCIÓN	Aporta varias ideas para la resolución de la cuestión y para la organización del trabajo.	Aporta alguna idea para la resolución de la cuestión y para la organización del trabajo	Aporta alguna idea para la resolución de la cuestión o para la organización del trabajo	No aporta ideas para la resolución ni para la organización del trabajo	10	

Imatge 4: Rúbrica per al i la docent.

Referències

[1] Conferència TED de Sugata Mitra: https://www.ted.com/talks/sugata_mitra_build_a_school_in_the_cloud

[2] Enllaç al web del British Council: https://www.britishcouncil.org/contact/press/european-schools-twinning-programme-celebrated

Realidad Aumentada: nueva tecnología multimedia interactiva aplicada a la didáctica de la asignatura Física y Química

María Luisa Roqueta Buj
lrbori14@gmail.com
IES Francesc Ribalta de Castelló

Modalitat: Comunicació.
Nivell educatiu: Internivell.

Resumen

A lo largo de este Trabajo presentamos un Proyecto basado en Realidad Aumentada(AR) aplicada al estudio del enlace químico en el nivel de Secundaria y Bachillerato. La implementación en el aula se ha llevado a cabo en un grupo de alumnos extranjeros que integran el Programa de Acogida PASE del IES Francisco Ribalta de Castellón y también en un grupo de 3º de ESO. El uso de las nuevas tecnologías y el trabajo cooperativo favorecen el desarrollo de la competencia en comunicación lingüística y del resto de competencias clave contempladas en estas etapas educativas. La herramienta utilizada ha sido la AR que es una nueva tecnología muy útil con fines educativos que permite añadir contenido digital, en forma de imágenes, vídeos, o texto, a elementos de la vida real. En nuestro caso este contenido virtual lo han constituído las moléculas y los cristales iónicos en forma de modelos 3D, que han permitido visualizar mejor las estructuras de enlace químico abordadas. El tratamiento del contenido curricular ha sido interdisciplinar, hecho que favorece la potenciación de diversas competencias al mismo tiempo de forma efectiva. Los conceptos abstractos que no se pueden visualizar de forma directa como son las estructuras de enlace presentan dificultad para el alumnado. Las nuevas tecnologías resultan muy útiles para acercar esta disciplina al discente ya que favorecen un aprendizaje más interactivo y participativo. Además, en nuestro caso, hemos constatado cómo el ámbito científico también puede ser una pieza clave en la inclusión del alumnado extranjero en la comunidad educativa con mayores garantías de éxito y para mejorar los resultados y a romper desequilibrios.

Palabras clave: Realidad Aumentada, Química, aula PASE, competencias clave.

1. Introducción

La asignatura de Física y Química en Educación Secundaria y Bachillerato es considerada como una de las que ofrece mayor nivel de dificultad para el



alumnado. En ella se abordan conceptos que requieren de una gran profundidad de comprensión así como de habilidades de visualización. Presentar estos conceptos a través de Realidad Aumentada (AR) permite mejorar las habilidades de visualización espacial a la vez que facilita la comprensión de los conceptos abstractos abordados en esta disciplina.

En esta propuesta de aula abordamos la unidad didáctica del enlace químico en el nivel de Secundaria, pero también es aplicable en la etapa de Bachillerato, en función de la complejidad de las moléculas y estructuras de enlace estudiadas. En la primera fase de puesta en marcha de la propuesta ha participado el grupo del aula PASE del I.E.S. Francisco Ribalta de Castellón. Es un grupo de alumnos del Programa de Acogida al Sistema Educativo de nuestro centro, integrado por alumnado extranjero de diferentes niveles de ESO y de Bachillerato. El aspecto más destacable de esta implementación en el aula ha sido la motivación generada entre los estudiantes y la facilidad con la que se han familiarizado con el manejo de las aplicaciones de AR utilizadas. También es destacable la rápida adquisición del vocabulario necesario para seguir las instrucciones de la nueva tecnología multimedia interactiva como es AR, por parte del alumnado de nueva incorporación a nuestro Sistema Educativo. Su implicación en la propuesta ha sido tal que nos ha llevado a participar en FIRUJICIENCIA, la Feria anual de las Ciencias organizada por la Universitat Jaume I de Castellón, donde el alumnado es siempre el protagonista, y donde hemos presentado un Proyecto de Química basado en Realidad Aumentada. De esta manera el Ámbito Científico también se convierte en pieza clave en la adquisición de las nuevas lenguas desde una perspectiva interdisciplinar. También ha sido constatable la mejora de las diverses competencias que favorecen la integración del alumnado inmigrante con mejores garantías de éxito en nuestra comunidad educativa.

Piaget afirmaba que le conocimiento originado desde actividades y reconocimiento comienza con la práctica. En nuestra propuesta de aula basada en AR, los entornos virtuales creados favorecen la colaboración y la interacción de manera que el aprendizaje se torna en un proceso activo y comunicativo. El constructivismo por tanto, puede proveernos de una base teórica sólida que



justifique el desarrollo de las nuevas tecnologías en el ámbito de la educación [18].

El elemento motivacional, debe tenerse en cuenta también pues es determinante en la mejora del rendimiento en el proceso de aprendizaje. En este sentido hay numerosas investigaciones que indican que AR aumenta la motivación y las ganas de aprender [15]. Otra de las ventajas de introducir la tecnología AR en el aula son sus potencialidades a través de dispositivos móviles como puede ser la superación de las limitaciones temporal-espaciales que proporciona a los entornos de aprendizaje [7]. Presentar a través de AR ideas abstractas en forma virtual permite al discente manipularlas y explorarlas mejorando así sus habilidades para la visualización.

Investigaciones recientes han mostrado las ventajas del uso de las nuevas tecnologías como medio de visualización de fenómenos que son demasiado pequeños, grandes, rápidos o costosos para ser vistos a simple vista [5].

Water on Tap fue uno de los primeros entornos virtuales de inmersión para la enseñanza de Química. Es un entorno que permite crear moléculas de forma que los electrones tienen que colocarse en órbitas alrededor del núcleo del átomo seleccionando el spin y otras propiedades.

Otro aspecto destacable del uso de AR es que este tipo de tecnología permite al discente comprender mejor ciertos conceptos abstractos. En relación con este punto [19] desarrollaron una animación para ayudar a los alumnos en la visualización de las interacciones entre átomos para formar moléculas y poder asimilar los conceptos teóricos necesarios. AR como vemos, permite la visualización de microsistemas y de objetos y conceptos que no podrían ser captados a simple vista. Otra de las ventajas de AR en educación es que es una nueva forma de mejorar el aprendizaje de la configuración de formas tridimensionales sustituyendo los modelos tradicionales de plástico o madera. AR muestra objetos y conceptos de diferente manera y desde diferentes ángulos de perspectiva favoreciendo así la comprensión del alumnado [2]. Otra aplicación desarrollada en AR es *Construct3D* se trata de una herramienta de Realidad Aumentada para la enseñanza de la Geometría Tridimensional. Permite la construcción de objetos de manera dinámica en 3D en lugar de



verlos en 2D sobre un papel. En el campo de la Física se ha desarrollado ScienceSpace, se basa en una colección de mundos virtuales en los que se puede estudiar Cinemática, Dinámica, Electrostática, la Ley de Gauss, y también estructuras moleculares.

Tras los estudios de la evaluación de estos entornos virtuales desarrollados e implementados en la enseñanza, los resultados revelan un aumento en la implicación del alumnado, y en el aprendizaje significativo de los conceptos científicos abordados. Además, muchas de las investigaciones acerca del uso de AR en educación muestran que los estudiantes están más motivados para aprender al usar esta tecnología. Informes realizados a partir de resultados como el de Burton et al. [1] señalan que los alumnos del estudio estaban más motivados con el uso de esta tecnología para aprender nuevos conceptos.

También se aprecia en ellos que los alumnos participan más en el proceso de aprendizaje dado que interactúan con las aplicaciones lo que favorece el desarrollo de la creatividad [10].

2. Metodología

La Realidad Aumentada (AR) se puede presentar en diferentes niveles, desde el nivel 0 constituido por los códigos QR, hasta la visión aumentada obtenida con las gafas de Google, e incluso se está estudiando poner en marcha unas lentes de contacto que proyectarán AR directamente en nuestros ojos.

2.1 Realidad Aumentada a través de códigos QR

En el nivel más básico están los códigos QR que se pueden generar de manera sencilla con aplicaciones para móvil como QuickMark. En nuestro trabajo hemos asociado una imagen de una estructura iónica cristalina para poder visualizarla a través de un hipervínculo creado con la aplicación mencionada. También puede activarse la información virtual por medio de textos, SMS, imágenes o números de teléfono. La ventaja que presenta es que los propios códigos contienen la información y de esta forma se pueden leer con cualquier lector de códigos QR.

2.2 Realidad Aumentada con marcadores

Aumentaty Creator es una herramienta que permite generar AR al asociar cada marcador con una imagen, un modelo 3D, un vídeo o un hiper-vínculo. Tanto



imágenes, como geolocalizaciones o eventos pueden actuar como disparadores de la información virtual. En nuestro caso el marcador activará la visualización en AR de las moléculas y de las redes cristalinas iónicas estudiadas en la unidad didáctica del enlace químico.

2.3 Realidad Aumentada sin marcadores

Utilizamos HP Reveal que constituye una plataforma de generación de Realidad Aumentada donde la imagen o modelo 3D se puede visualizar a través del reconocimiento de un elemento real como puede ser nuestra mano, sin necesidad de marcadores que disparen la información virtual asociada. Por tanto, se trata de una mejora substancial en el proceso de creación de la RA.

2.4 Conceptos teóricos abordados

Vamos a hacer el desarrollo de la unidad didáctica del enlace químico para un nivel desde segundo ciclo de ESO hasta Bachillerato, en función de la complejidad de las estructuras de enlace que se seleccionen. El primer paso es diferenciar los dos tipos de enlace: el enlace covalente y el iónico.

Moléculas covalentes

Para comenzar estudiamos el enlace sencillo covalente de la molécula de hidrógeno formada por dos átomos de este elemento químico H_2. Se trata de una molécula con una disposición lineal de los átomos y con un ángulo de enlace de 180 grados.

La molécula de oxígeno nos servirá para introducir el doble enlace covalente que también tiene disposición lineal. Con esta misma disposición espacial se encuentra la molécula de nitrógeno, con un triple enlace covalente entre los dos átomos que constituyen la molécula diatómica N_2.

En el caso de moléculas poliatómicas estudiaremos la molécula de agua con disposición angular o en forma de V; también la molécula de triclouro de boro

BCl_3 con disposición trigonal con el átomo de boro ocupando el centro de la molécula. Por último, la molécula tetraédrica está representada por el etano

C_2H_6 donde el átomo de carbono ocupa el centro y los átomos de hidrógeno se posicionan en los vértices del tetraedro. Como ejemplo de aplicación en



química orgánica visualizaremos también las moléculas de algunos aminoácidos como la Tirosina.

Cristales iónicos

En este tipo de enlace los iones se mantienen unidos por fuerzas de carácter electrostático entre cargas de signo opuesto. La estructura de los cristales es diferente a la de las sustancias covalentes moleculares ya que las redes están formadas por un gran número de iones. Estos iones en función del número de iones de carga opuesta que tienen a la misma distancia rodeándolos tendrán diferentes índices de coordinación. Se trata por tanto de estructuras tridimensionales que se pueden visualizar mejor con la ayuda de la Realidad Aumentada. Las más conocidas son las estructuras del cloruro de sodio o sal común, la del fluoruro de calcio o Fluorita, la del sulfuro de cinc o Blenda y la del Cloruro de Cesio. Cada una de ellas presenta un tipo diferente de estructura. La disposición del cloruro de sodio es una red cúbica centrada en las caras de aniones de cloruro y la del Cloruro de Cesio es una red cúbica también, pero centrada en el cuerpo.

Aumentaty creator

Una vez tenemos ya elegidas las moléculas y las redes iónicas que pretendemos estudiar el siguiente eslabón es utilizar la AR a través de marcadores con Aumentaty. Permite crear las escenas y exportarlas a Aumentaty Scope para móvil. Scope es un visualizador de las escenas diseñadas con Creator y la ventaja que presenta es que cualquier persona puede visualizarlas descargando el proyecto generado con Creator.

Hp reveal: markeless

En un nivel superior de RA tenemos la modalidad Markeless que no utiliza marcadores y que se sirve de activadores como el reconocimiento de una fotografía o una imagen. En este nivel, la aplicación Aurasma, denominada recientemente HP Reveal, permite crear las llamadas Auras que cambian y enriquecen las características de los contenidos asociados. Los activadores son las lanzaderas o trigger image que es una simple foto tomada con el dispositivo móvil. Los Overlay son la información virtual que se asocia a la imagen lanzadera. Para hacer más atractivo el proceso también podemos



utilizar como Overlay algún vídeo explicativo de las características de cada una de las moléculas estudiadas y de su geometría, así como de las características de cada tipo de enlace.

3. Resultados

3.1 Escenas de AR creadas con Aumentaty Creator y Aumentaty Scope

Permiten la visualización de la información virtual asociada a una imagen o a un marcador imprimible, que actúa como lanzadera, o incluso se puede visualizar directamente en la pantalla del PC. En nuestra propuesta hemos utilizado esta aplicación para visualizar la red iónica del sulfuro de cinc y la del fluoruro de calcio como ejemplos de cristales iónicos. Es posible utilizar como como marcador tanto una imagen impresa, como directamente abriendo la imagen del marcador en la pantalla del PC.

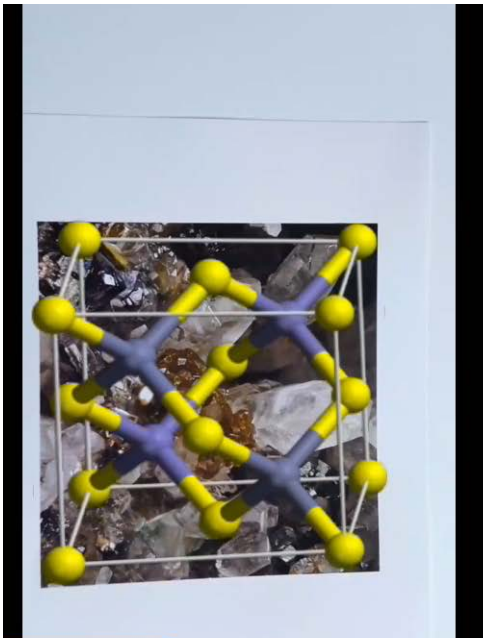


Ilustración 1. Sulfuro de cinc, visualización con marcador imprimible, Scope

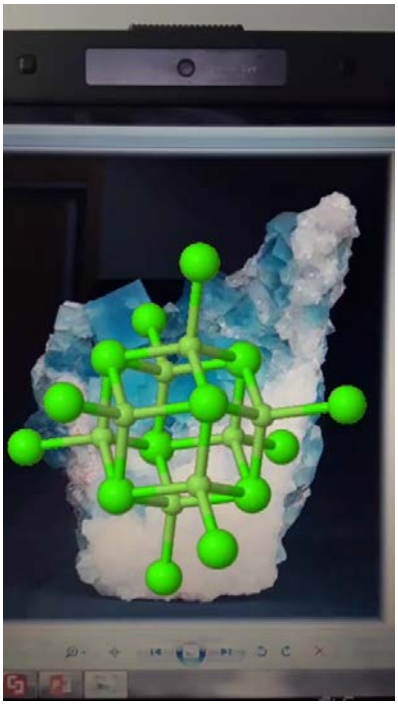


Ilustración 2. Fluoruro de calcio, visualización directa en pantalla de PC, Scope

También hemos visualizado el enlace covalente en la molécula de agua donde podemos apreciar la compartición de electrones entre los átomos de hidrógeno y oxígeno.

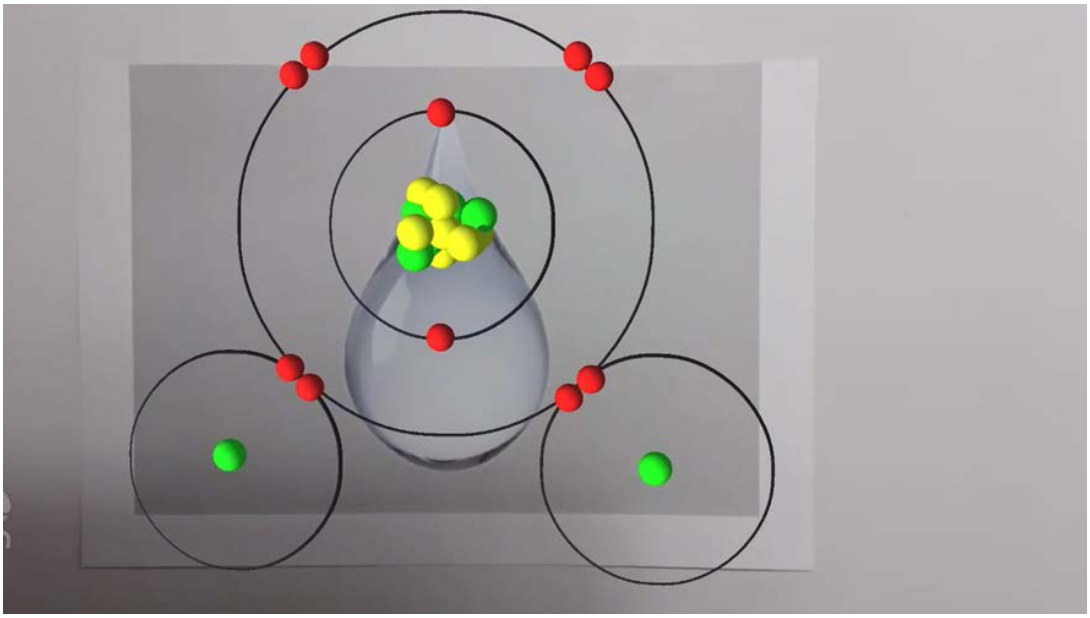


Ilustración 3. Molécula de agua, visualización con marcador, enlaces covalentes, Scope

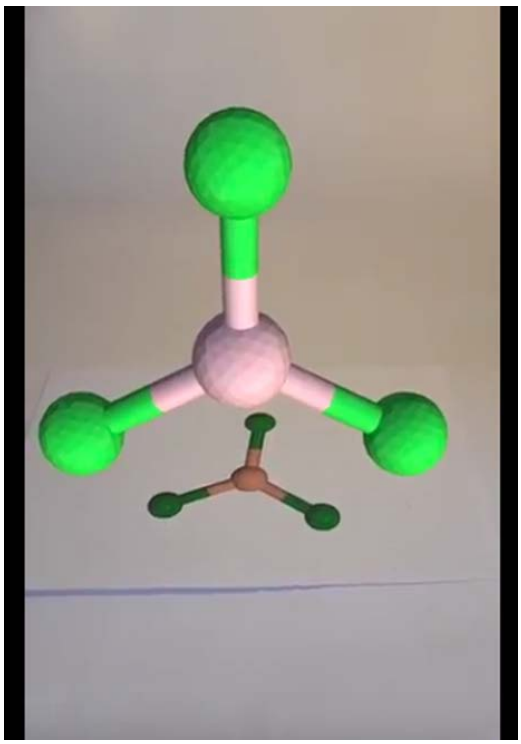


Ilustración 4. Molécula de tricloruro de boro, visualización con marcador, Scope

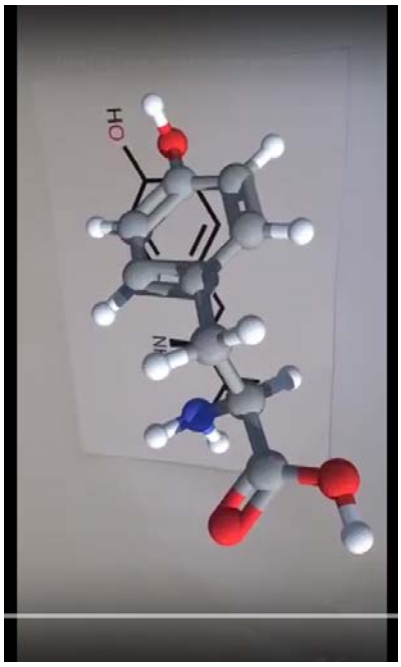


Ilustración 5. Molécula de etano, visualización con marcador, Scope

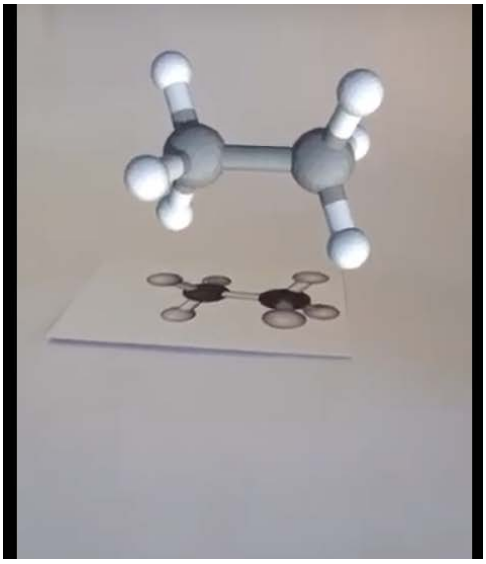


Ilustración 6. Molécula de Tirosina, visualización con marcador, Scope

3.2 Escenas de RA creadas con Hp Reveal

Esta modalidad permite activar la información virtual sin marcadores, por ejemplo, con una fotografía. También funciona con marcadores imprimibles como podemos apreciar en la siguiente escena creada para el cristal iónico del cloruro de cesio donde la lanzadera es un marcador imprimible.

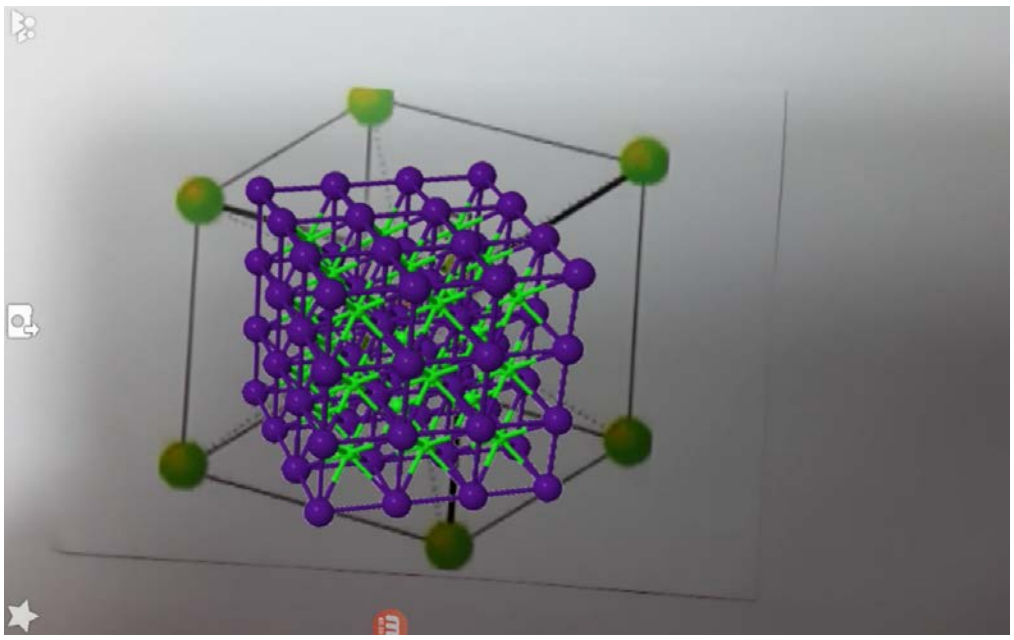


Ilustración 7. Cloruro de Cesio visualización con marcador, HP Reveal

En esta imagen vemos los enlaces covalentes de la molécula de metano CH_4 con geometría tetraédrica el átomo de carbono situado en el centro.

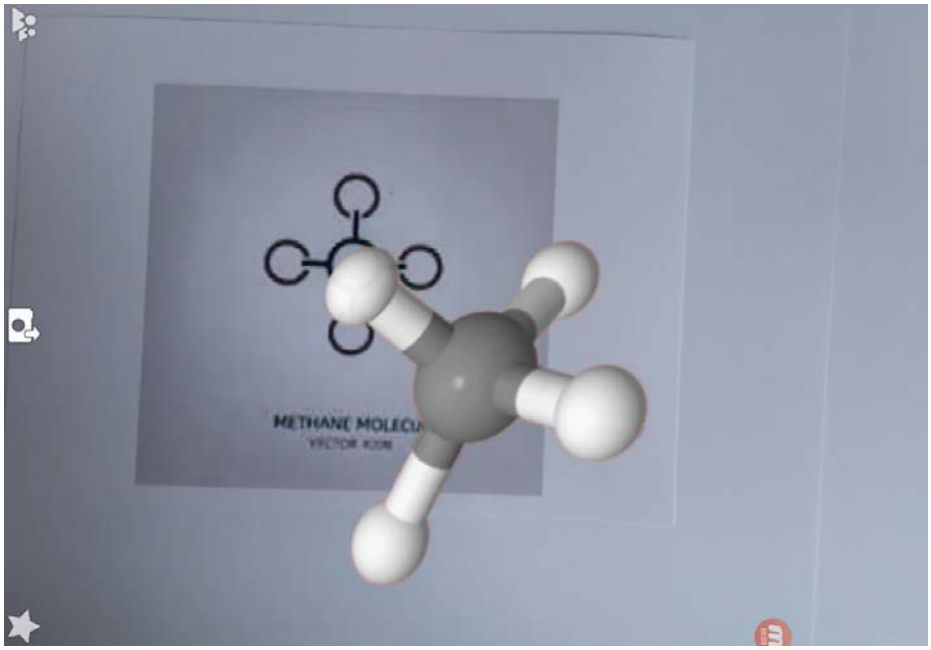


Ilustración 8. Metano, visualización con marcador imprimible, HPReveal

Esta aplicación permite obtener una captura o un vídeo de la escena generada con el dispositivo móvil donde se puede apreciar el efecto producido. El marcador también podría utilizarse abriendo directamente en la pantalla del PC la imagen correspondiente para la visualización de la molécula.

4. Conclusiones

La implementación de esta propuesta de aula en el Programa PASE, integrado por alumnado extranjero del IES Francisco Ribalta, ha favorecido la adquisición de lenguas a la vez que ha mejorado las diverses competencias clave, no sólo las competencies científicas. Esta propuesta se ha abordado de forma interdisciplinar, es decir se trabaja desde diversas áreas como son la Física y Química, Informática, Tecnología, Diseño, Geometría y Lenguas. Se estimula también la creatividad a través del diseño de modelos propios de moléculas 3D. En la actualidad vivimos en un mundo en el que los saberes están integrados y las áreas de trabajo son interdisciplinares, por tanto, es nuestra función como docentes preparar al alumnado para afrontar este nuevo contexto de formación.

La metodologia utilitzada ha sido interdisciplinar y por tanto, sirve para desarrollar las competencias contempladas en la Educación Secundaria como son:

-*Competencia en ciencia y tecnologia:* se ha visto potenciada a través de la adquisición de los contenidos curriculares de Química contemplados en la unidad didàctica de enlace químico.

-*Competencia en comunicación lingüística:* el trabajo en grupo favorece la adquisición de las nuevas lenguas y de la diversidad del lenguaje, así como la comunicación en diferentes contextos. La comunicación científica es una oportunidad excelente para que el alumnado se exprese de forma oral en situaciones comunicatives diferentes. También exige escuchar con atención y adaptar la respuesta a los requisitos de la situación e interaccionar así con los demás.

-*Competencia social y cívica:* el trabajo colaborativo permite saber comunicarse de manera constructiva en diferentes entornos y mostrar tolerancia. Requiere además, manifestar solidaridad y mostrar interés por resolver problemas.

-*Competencia aprender a aprender:* el alumnado cuando aborda el aprendizaje basado en proyectos requiere de estrategias de planificación y adquiere también habilitades para la resolución de tareas.

-*Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor:* A través de la implementación de la propuesta de aula apreciamos una mejora en la capacidad de análisis, planificación y gestión de la tareas. También se ve favorecida la comunicación necesaria para presentar los resultados del trabajo y para negociar las estrategias a seguir durante el mismo.

-*Competencia en conciencia y espresiones culturales:* este proyecto implica un componente expresivo en el sentido de que potencia la capacidad creadora. Además, el hecho de que los alumnos participaran en la Feria de las Ciencias de la UJI (Firujiciencia) presentando el proyecto, les sirvió como medio de comunicación y expresión personal aumentando notablemente su autoestima.

-*Competencia digital:* A lo largo del proyecto han hecho un uso creativo y seguro de las tecnologías de la información y la comunicación para alcanzar los objetivos relacionados con el aprendizaje. De esta forma se ha favorecido la inclusión y participación en la comunidad educativa de nuestro alumnado del aula PASE a la vez que le ayuda a ser más ilustrado en los aspectos científicos y tecnológicos.



5.Bibliografía

[1] Burton, E. P., Frazier, W., Annetta, L., Lamb, R., Cheng, R., & Chmiel, M. (2011). Modeling Augmented Reality Games with Preservice. Jl. of Technology and Teacher Education, 19(3), 303-329.
[2] Cerqueira, C. S., & Kirner, C. (2012). Developing Educational Applications with a Non-Programming Augmented Reality Authoring Tool. Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications (pp. 2816-2825).
[3] Chang, R. Principios Esenciales de Química General, Cuarta edición, McGraw-Hill, Madrid,2006.
[4] Chang, G., Morreale, P., & Medicherla, P. (2011). Applications of Augmented Reality Systems in Education. Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2010, 1380-1385.
[5] Cook, M. P. (2006). Visual Representations in Science Education: The influence of prior knowledge and Cognitive Load Theory on Instructional Design Principles. Sci. Ed., 90, 1073-1109. http://dx.doi.org/10.1002/sce.20164.
[6] Cubillo, J. Recursos digitales autónomos mediante la realidad aumentada, RIED: revista iberoamericana de educación a distancia, Vol. 17,2014, nº2, vol. 17 p.241-275.
[7] Estebanell, M. y otros (2012): Realidad Aumentada y códigos QR en Educación, en Tendencias emergentes en Educación con TIC. Barcelona, Espiral.
[8] H. Kaufmann, B. Meyer, "Simulating Educational Physical Experiments in Augmented Reality". White Paper, enero 2012. 8 p.
[9] Kozhevnikov, M., & Thornton, R. (2006). Real-Time Data Display, Spatial Visualization Ability, and Learning Force and Motion Concepts. Journal of Science Education and Technology, 15, http://dx.doi.org/10.1007/s10956-006-0361-0.
[10] Lamounier, E., Bucioli, A., Cardoso, A., Andrade, A., & Soares, A. (2010). On the use of Augmented Reality techniques in learning and interpretation of caridiologic data. Annual International Conference of the IEEE,2010 (Vol. 1, pp. 2451-2454).
[11] Pastor, R. Realidad aumentada tecnología de última generación nacida para impactar Harvard Deusto Marketing y ventas, 2014, nº120, p.28-42.
[12] Pahaway (2011). A framework for identifying best practices in inquiry-based science education. Deliverable 2.5 (internal document).
[13] Palmer, D. (2001). Students Alternative Conceptions and Scientifically Acceptable Conceptions about Gravity, International Journal of Science Education, 23(7), 691-706. http://dx.doi.org/10.1080/09500690010006527.
[14] Piaget, J. (1972). *Intellectual Evolution from Adolescence to Adulthood.* Piaget, J. Human Development, 15, 1, 1-12.
[15] Reinoso, R. (2012). Posibilidades de la realidad aumentada en educación. En J. Hernández, M. Pennesi, D. Sobrino & A. Vázquez (Coords). T*endencias emergentes en educación con TIC*. (pp.357-400). Barcelona: Editorial Espiral.
[16] Ruiz, D. Realidad aumentada, educación y museos, Icono 14 ,2011, Vol.9, nº2.



[17] Vygotsky LS (1978) Chapter 6: Interaction between learning and development. In: Cole M (ed) Mind in society: the development of higher psychological processes. Harvard University Press, Cambridge.
[18] Winn, W. D. (1993). “A conceptual basis for educational applications of virtual reality” (HITL Report No. R-93-9). Seattle, WA: University of Washington, *Human Interface Technology Laboratory*.
[19] Wu, H.-K., Krajcik, J. S., & Soloway, E. (2001). Promoting Understanding of Chemical Representations. Journal of Research in Science Teaching, 38(7), 821-842.

Fuentes consultadas web.
http://www.aumentaty
http://www.aurasma
http:// www.autodesk 123D Catch
http://Jmol
http://www.quickmark.com
http://www.sketchup



PÒSTERS

Colors a l'institut

Jose Antonio Badenes March[1], Sara Cerro Lloria[1], Guillermo Monrós Tomás[1], Mario LLusar Vicent[1]

jbadenes@uji.es, cerro@uji.es, monros@uji.es, mllusar@uji.es

Universitat Jaume I (Castelló)[1]

Modalitat: Pòster

Nivell educatiu: Educació Secundària Obligatòria, Batxillerat.

Resum

Es proposa un projecte CTEM per alumnes de quart d'Educació Secundària Obligatòria o de Batxillerat perfectament integrat en l'entorn més proper, en concret, en el camp dels colors ceràmics. La pregunta clau del projecte és: Què és el color que veiem als taulells de les parets de l'Institut? Els objectius generals són: introduir als alumnes al món de la investigació, visibilitzar a la dona investigadora, aprofundir en els coneixements de Física/Química aplicant-los al món que ens envolta, i conscienciar a l' alumnat de la importància de l'Educació per al Desenvolupament Sostenible. Com a objectius específics es pretén: interpretar de manera genèrica els colors més representatius observats als taulells de l'Institut, caracteritzar-los colorimètricament, identificar els sistemes pigmentants d'eixos colors i la seva relació amb l'ió cromòfor (el responsable del color). Per aconseguir-ho l'alumne haurà de visitar empreses del sector ceràmic amb la seva família, contactar amb grups d'investigació de la Universitat, desenvolupar la tasca experimental a l'Institut i a la Universitat i preparar un treball que haurà de defensar oralment a l'Institut. L'ús de diferents metodologies com ara treball cooperatiu i aprenentatge per investigació han de ser claus en el procés per aconseguir els objectius. La metodologia d'investigació-acció ha de permetre millorar el projecte a partir dels diferents cicles d'actuació.

Paraules clau: Color, Física i Química, Pigment Ceràmic, Sostenibilitat.

1. Introducció

La indústria ceràmica, i dintre d'ella la de colors ceràmics, té un gran impacte social, econòmic i mediambiental a la nostra comunitat. Tanmateix, és una gran desconeguda. El projecte CTEM que es proposa està perfectament integrat en el nostre entorn més proper permetent conèixer millor aquesta indústria. Per altra banda, pot ser una referència per aplicar-se a altres contexts. Aquesta proposta està centrada en una part molt petita d'aquesta gran industria, en concret la relacionada amb el color, i més específicament als diferents colors que veiem en els taulells que hi ha als instituts de secundària (imatge 1).



Imatge 1. Colors ceràmics a l'entrada de l'IES Vila-roja (Almassora)

La pregunta clau del projecte és: Què és el color què veiem als taulells de les parets de l'Institut?

Els objectius generals d'aquesta proposta són: introduir als alumnes, preferentment als de quart d'ESO o batxillerat, al món de la investigació, visibilitzar a la dona investigadora, aprofundir en els coneixements de Física/Química aplicant-los al món que ens envolta, i conscienciar a l'alumnat de la importància de l'Educació per al Desenvolupament Sostenible.

Com a objectius més específics es pretén: interpretar de manera genèrica els colors més representatius observats als taulells l'Institut, caracteritzar-los colorimètricament, identificar els sistemes pigmentants d'eixos colors i la seva relació amb l'ió cromòfor (el responsable del color).

2. Metodologia

Per part dels autors d'aquest projecte CTEM es farà ús de la metodologia d' investigació-acció per implementar i millorar la proposta ací presentada. Pel que fa referència als autèntics protagonistes, els alumnes, aquests sota un enfocament IBL (Inquiry Based Learning) han de dur a terme les diferents etapes del mètode científic: plantejament del problema, recollida de informació, emissió d'hipòtesis, disseny experimental, realització experimental, recollida d'informació, anàlisi i discussió dels resultats per finalment treure les conclusions. Els resultats han de ser presentats en un treball i defensats en públic. Especial èmfasi en tot el procés en l'aspecte mediambiental relacionat amb la síntesi del color ceràmic a la indústria i la seva repercussió en l'entorn [1].

Les diferents activitats proposades són: recerca bibliogràfica amb focalització envers la sostenibilitat, visita a indústries del sector, interacció amb grups d'investigació de la Universitat Jaume I de Castelló (UJI) -especialment amb la presència de dones investigadores-, recollida de mostres i treball a l'institut, experimentació als laboratoris de la Universitat i presentació oral del producte final. Els professors/tutors actuen com a orientadors en tot el procés d'ensenyament-aprenentatge facilitat als alumnes les tasques a desenvolupar. Les famílies tenen un paper fonamental. Per una part, serveixen de guia als alumnes en les visites a les indústries en les quals molts dels seus components treballen. Per altra banda, conscienciar, a partir de la pròpia experiència vital, als seus fills (alumnes) de la importància de la indústria ceràmica en els tres àmbits de la sostenibilitat. social, econòmic i mediambiental. A la Taula 1 es detallen des del punt de vista organitzatiu i didàctic, les diferents etapes del projecte presentat.

Metodologia	**Descripció**	**Activitat**
1.-Seminari Inicial	Avaluació inicial. Orientació del professor	Descripció del treball, Brain Storming, programació, descripció del producte final, creació de grups de treball (paritaris) etc
2. Autoaprenentatge y Aprenentatge cooperatiu	Recerca bibliogràfica [2]	Què és el color? Què és el color ceràmic? Fonaments, mesura, interpretació, fabricació etc Sostenibilitat i pigments ceràmics. Implicacions mediambientals en la seva síntesi
3. Seminari intermedi	Preparació visites externes a l'institut	Què s'ha de fer? Com? Preparació de material per treballar-lo a la visita etc El medi ambient i l'empresa: interacció, processos, conseqüències etc
4.- Treball de camp Treball cooperatiu	Els alumnes realitzen diferents	Visita a una empresa de colors ceràmics, visita a una fàbrica de



	visites amb familiars	Taulells.
5.- Seminari de reflexió	Anàlisi visites a empreses	Influència de la dona en l'empresa visitada Implicacions mediambientals en la síntesis de pigments ceràmics. Estudi de casos.
6.- Aprenentatge per investigació (IBL : Inquiry based learning)	Disseny experimental.	Elaboració de les tasques a realitzar a partir dels coneixements adquirits i la guia del professor.
7. Pràctiques de laboratori (per parelles home-dona)	Treball experimental. Tutoritzat per una investigadora de l'UJI	Caracterització dels pigments en laboratoris de l'institut i la UJI. Interpretació del color, assignació de sistemes pigmentants i cromòfor a l'institut.
8. Seminari	Resultats amb presència d'una investigadora	Anàlisi i discussió resultats. Conclusions
9- Exposició Oral i grupal (4 membres-paritari)	Presentació treball als companys	Defensa del treball. Coavaluació

Taula 1. Detall de les diferents etapes del projecte CTEM.

3. Anàlisi i discussió

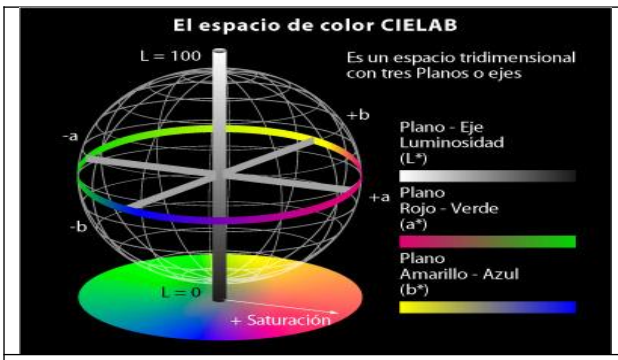
Com es pot comprovar el conjunt d'activitats va més enllà del treball a l'institut. És una proposta oberta a la societat: els familiars tenen una participació directa en les visites a les empreses de la zona; així com en l'aportació de vivències/coneixements personals; per altra banda el contacte amb la Universitat aproparà al treball dels "científics" del nostre entorn als alumnes i a la societat en general

En relació a la part més experimental es proposa analitzar, com a mínim, els colors bàsics i/o representatius: blau, roig, groc, verd, negre i blanc. Aquest treball consisteix en: a) caracteritzar els colors des del punt de vista colorimètric (CIEL*a*b*), b) assignar pigments comercials a aquestes coloracions, c) identificar l'ió cromòfor (el que genera el color) a cada pigment i, finalment, interpretar el color a partir del fonament teòric d'aquest fenomen i l'anàlisi dels

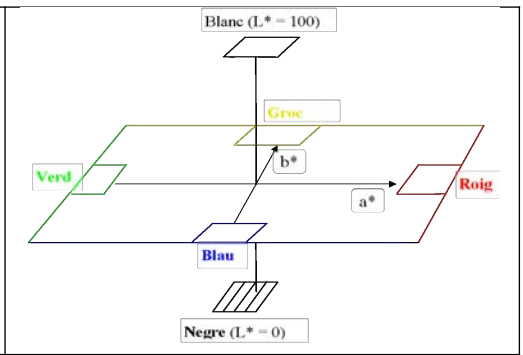
espectres corresponents.

Per dur a terme la part experimental els alumnes han d'anar a les instal·lacions de la Universitat Jaume I. Prèviament s'han de coordinar amb el grup d'investigació que treballa en el camp dels pigments ceràmics i que participa en aquesta proposta. Entre l'instrumental a utilitzar s'haurà d'emprar un espectrofotòmetre, com el mostrat a la imatge 2, per fer l'avaluació colorimètrica pel mètode de reflectància difusa y obtindre les coordenades CIEL*a*b* (vore sentit físic a la imatge 2). L'assignació a pigments comercials i al cromòfor corresponent s'ha de fer per comparació amb una paleta de colors de referència proporcionada per l'empresa o la Universitat. A la imatge 3 i Taula 2 es detallen exemples de l'abans esmentat. Quan hi haja més d'una possibilitat d'elecció, s'haurà d'escollir aquell pigment que tinga menys impacte mediambiental al seu procés de síntesi. Els paràmetres a tenir en consideració seran l'evolució de mermes i lixiviats en funció de la temperatura així com la seva composició.



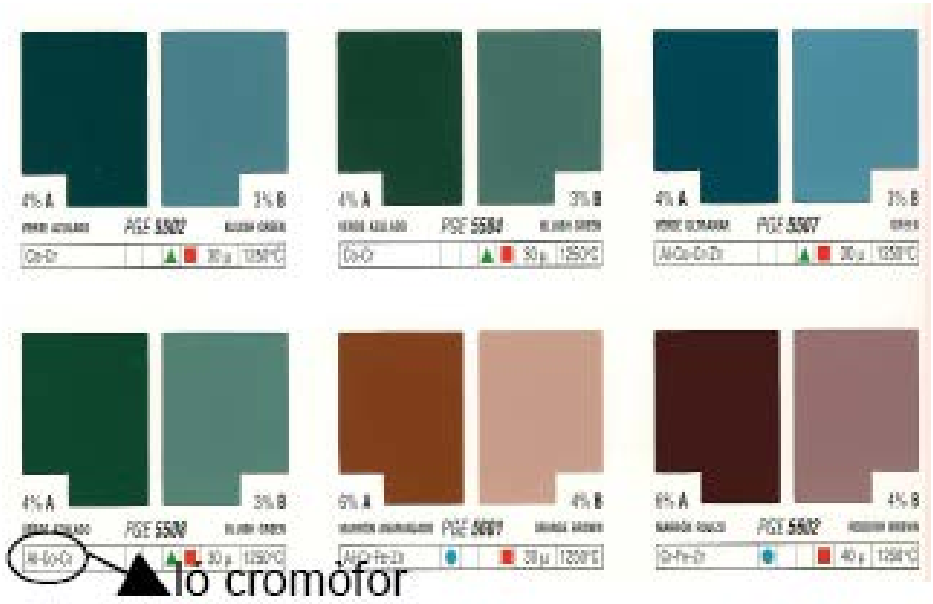


Espai de Color amb els tres paràmetres bàsics d'un color



*Coordenades cromàtiques del sistema CIEL*a*b*.*

Imatge 2. Espectrofotòmetre i caracterització colorimètrica

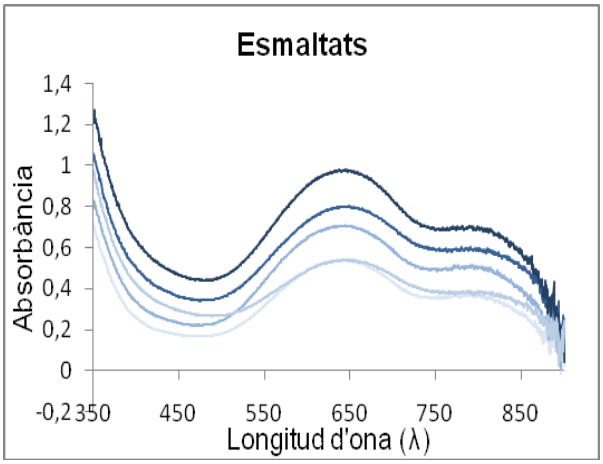


Imatge 3. Exemple de paleta de referència d'una empresa ceràmica

Mostra	Pigment	I.C.	C.E.
Blanc		$ZrSiO_4$	--
Blau	$(Zr,V)SiO_4$	V^{4+}	d^1

Taula 2: Exemples d'assignació a sistema pigmentant i ió cormòfor. IC: ió cormòfor. C.E Configuració electrònica del cromòfor.

Finalment caldrà l'ús del mateix espectrofotòmetre utilitzat per la caracterització colorimètrica per obtindre l'espectre UV-Vis-NIR en interval de longitud d'ona entre 200-900 nm i d'aquesta manera poder interpretar el color (vore imatge 4).



Imatge 4. Espectre Visible de taulells (espectrofotómetre) per interpretar el color.

Per tot el vist abans, cal indicar que el projecte proposat inclou els aspectes més rellevants d'un projecte CTEM [3]. Serà a partir de la seva implementació quan es podrà avaluar realment el seu abast. Finalment, la metodologia d'investigació-acció és la que permetrà a l'equip de treball, mitjançant successius cicles d'acció, millorar en el camí ací iniciat.

4. Conclusions

Al projecte proposat es posa de relleu el paper de la dona investigadora, es fa partícip a la família en el procés d'ensenyament-aprenentatge, es relacionen els continguts de Física i Química amb l'entorn més proper, la sostenibilitat és un eix fonamental en tot el projecte i els alumnes treballen col.laborativament adquirint els coneixements per investigació. És per tant, un projecte amb les característiques fonamentals d'un enfocament CTEM que ha d'augmentar la vocació científica en tots aquells que participen o el coneixen.

Agraïments: A la "*Unitat de Suport Educatiu (USE)*" y *Vicerectorado de Estudiantes, Ocupación e Innovación Educativa* de la Universitat Jaume I de Castelló, per la concessió del Projecte d'Innovació Educativa 18G002-167.

Referències

[1] Calbo J, Llusar M, Vicent J.B., Tena M.A., Monrós G, *"Caracterización y modelo de gestión de los residuos procedentes de la producción de pigmentos cerámicos"* en Proceeding del "III Fòrum europeo de ciencia, seguridad y salud" pag. 263, Oviedo, 1998.

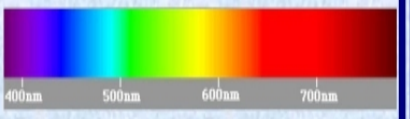
[2] Monrós T, Tena M.A., Badenes J.A., García A, (2003)"*El color de la cerámica: Nuevos mecanismos del color en pigmentos para los nuevos procesados de la industria cerámica",* Castellón, España, Publicacions de la Universitat Jaume I.

[3] Quílez, J. , Segura, C., Carde M., Thibaut E., Olmo J., Crespo R., Azkarraga J.M., (2017) "*Hacia la concreción de un modelo de perfil profesional básico del profesorado de Ciencias, Tecnología y Matemáticas (CTEM)*".Modelling in Science Education and Learning Volume 10 (1), 113-135. doi: 10.4995/msel.2017.6545.



COLORS A L'INSTITUT

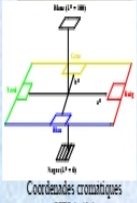
José Antonio Badenes* , Mario Llusar, Sara Cerro, Guillermo Monrós.
Grup d'Innovació Educativa de "Química Inorgánica y Medioambiental" (QIM)
UNIVERSITAT JAUME I (Castelló) *jbadenes@uji.es**



RESUM Es proposa un projecte CTEM [1] per alumnes de secundària (preferentment 1r o 2n de Batxillerat) perfectament integrat en el entorn més proper, en concret, en el camp dels colors ceràmics. La pregunta clau del projecte és: Què és el color que veiem als taulells de les parets de l'Institut? Els objectius generals són: introduir als alumnes al món de la investigació, visibilitzar a la dona investigadora, aprofundir en els coneixements de Física/Química aplicant-los al món que ens envolta, i conscienciar a l' alumnat de la importància de l'Educació per al Desenvolupament Sostenible. Com a objectius específics es pretén interpretar els colors més representatius observats als taulells de l'Institut. Per aconseguir-ho l'alumne haurà de visitar empreses del sector ceràmic amb la seva família, contactar amb grups d'investigació de la Universitat, desenvolupar la tasca experimental (Institut i Universitat) i preparar un treball que haurà de defensar oralment. L'ús de diferents metodologies com ara treball cooperatiu i aprenentatge per investigació han de ser claus en el procés per aconseguir els objectius.

ETAPES DEL PROJECTE





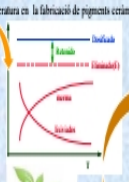


SOSTENIBILITAT

Metodologia	Descripció	Activitat
1.-Seminari Inicial	Avaluació inicial. Orientació del professor	Descripció del treball. Brain storming, programació, descripció del producte final, creació de grups de treball paritaris etc
2. Autoaprenentatge y Aprenentatge cooperatiu	Recerca bibliografica [2]	Què es el color? Què és el color ceràmic? Fonaments, mesura, interpretació, fabricació etc Sostenibilitat i pigments ceràmics. Implicacions mediambientals en seva síntesi
3.Seminari intermedi	Preparació visites externes	Què s'ha de fer? Com? Preparació de material per treballar-lo a la visita etc El medi ambient i l'empresa: interacció,processos, conseqüències etc
4.- Treball de camp cooperatiu	Visites amb familiars	Visita empresa de colors ceràmics. i a una fábrica de Taulells.

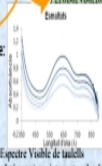



Evolució de mermes i lixiviats en funció de la temperatura en la fabricació de pigments ceràmics





Analisi colorimètric. Colorimetria: coordenades L*a*b*



Espectre Visible de taulells (espectrofotòmetre) per interpretar el color.

Metodologia	Descripció	Activitat
5.- Seminari de reflexió	Análisi visites a empreses	Influencia de la dona a l'empresa visitada Implicacions mediambientals en la síntesis de pigments ceràmics. Estudi de casos.
6.- Aprenentatge per investigació	Disseny experimental.	Elaboració de les tasques a realitzar a partir dels coneixements adquirits i la guia del professor.
7. Practiques de laboratori (per parelles home-dona)	Treball experimental. Tutoritzat per una investigadora de l'UJI	Caracterització dels pigments: laboratoris de l'institut i la UJI Interpretació del color, assignació de sistemes pigmentants i cromòfor a l'institut.
8. Seminari	Resultats amb presència d'una investigadora	Análisi i discussió resultats. Conclusions
9- Exposició Oral i mural (fotritzat)	Presentació treball als companys	Defensa del treball. Coavaluació


ESPECTROFOTOMETRE



Taula de colors d'una empresa on s'indica l'ió cromòfor (responsable del color)

Mostra	Pigment	I.C.	c.e.
Blanc		$ZrSiO_4$	--
Blau	$(Zr,V)SiO_4$	V^{4+}	d^1

I.C. Ió cromòfor; c.e. Configuració electrònica

CONCLUSIONS

Al projecte CTEM proposat:
- es posa de relleu el paper de la dona investigadora
- es fa partícep a la família en el procés d'ensenyament-aprenentatge,
- es relacionen els continguts de Física i Química amb l'entorn més proper,
- la sostenibilitat és un eix fonamental en tot el projecte,
- els alumnes treballen colaborativament
- els alumnes adquireixen els coneixements per investigació

Referències:

[1] Quílez, J., Segura, C., Cardé M., Thibaut E., Olmo J., Crespo R., Arkarraga J.M., (2017) *"Hacia la concreción de un modelo de perfil profesional básico del profesorado de Ciencias, Tecnología y Matemáticas (CTEM)"*.Modelling in Science Education and Learning Volume 10 (1), 113-135. doi: 10.4995/msel.2017.6545.
[2] Monrós T, Tena M.A., Badenes J.A., García A, (2003)*"El color de la cerámica: Nuevos mecanismos del color en pigmentos para los nuevos procesados de la industria cerámica"*, Castellón, España, Publicacions de la Universitat Jaume I.

Agraïments:
* A la *"Unitat de Suport Educatiu (USE)"* y *Vicerectorado de Estudiantes, Ocupación e Innovación Educativa* de la Universitat Jaume I de Castellón, per la concesió del Projecte d'Innovació Educativa IIG002-004

Disseny de barrets geomètrics:
Proposta de treball i avaluació cooperativa

María del Pilar Menoyo Díaz

mmenoyo@xtec.cat

Institut Juan Manuel Zafra de Barcelona

Modalitat: Pòster.

Nivell educatiu: Educació Secundària Obligatòria.

Resum

***Presentació**: Correspon a una proposta de treball i avaluació cooperativa en el marc de la matèria comú de matemàtiques de 4t d'ESO, consistent en el disseny i construcció d'un barret geomètric. L'alumnat ha d'exposar públicament el procés de realització utilitzant eines TIC i ha de fer una avaluació consensuada de la pròpia feina i la dels altres, fent servir google drive.*

***Objectius de l'activitat**: L'alumnat ha de ser capaç de:*
1. Dissenyar i construir un barret geomètric estable utilitzant cossos geomètrics de manera que pugui:
Aplicar les relacions de longitud, superfície, volum i capacitat; de figures i cossos geomètrics en el propi disseny.
2. Treballar en col·laboració:
Amb tots els membres del grup classe: Alumnes i professorat

- *Determinar el criteris de formació dels grups.*
- *Determinar els criteris d'avaluació.*
- *Determinar els indicadors d'avaluació.*

Amb els components del grup:

- *Fer una pluja d'idees pel disseny del barret en quant a: Forma i material per a realitzar el barret.*
- *Utilitzar diferent programari durant el procés i durant l'exposició oral.*
- *Arribar a acords en l'elecció del disseny i en com presentar el producte final.*
- *Arribar a acords en la ponderació dels indicadors d'avaluació assignats a la resta de grups.*

***Resultats:** Una mostra es pot veure en el pòster que figura al final de l'article, així com en figures del treball de l'alumnat en els diferents apartats.*

Paraules clau: Secundària, matemàtiques, cooperació, avaluació i TIC

1. Marc de referència: CTEMA

L'any 2006 Georgette Yakman va introduir el terme STEAM (CTEMA) per exposar un nou paradigma educatiu en què la ciència, la tecnologia, la



enginyeria i les matemàtiques és interpretada a través de les arts. A partir d'aquest moment es va començar a parlar d'educació, corrent i competències STEAM. El concepte no fa referència únicament a la integració de les cinc disciplines, sinó que es tracta d'una forma de fer, on el treball col·laboratiu/cooperatiu és la peça angular i a partir d'aquí comença el desenvolupament de projectes.

Entenent per cooperació el resultat d'una estratègia aplicada a un objectiu, en aquest cas l'objectiu és dissenyar i construir un barret geomètric. És desenvolupada per grups de persones que comparteixen un mateix interès, emprant mètodes col·laboratius i associatius per assolir la fita en comú des d'un treball individual, en el nostre cas, l'alumnat a partir de propostes individuals de pluja d'idees han d'arribar a acords per escollir un disseny determinat, que necessita d'uns materials concrets, també han de consensuar els criteris d'avaluació.

Cilleruelo i Augusto Zubiaga [1] citen que segons Sousa i Pilecki [11] *"les destreses que les arts desenvolupen influeixen en la creativitat, la resolució de problemes, el pensament crític, la comunicació, l'autonomia (self-direction), la iniciativa i la col·laboració"*

És en aquest context, que presentem un activitat de matemàtiques sota el paraigües de les arts, de la creació i del treball i avaluació de responsabilitat compartida, utilitzant com a punt de trobada el moodle del centre, concretament el curs de l'aula virtual de matemàtiques de 4t d'ESO i el google drive com a generació de materials realitzats pels alumnes i com a lloc per compartir l'avaluació de la feina feta.

2. Dossier de l'alumnat compartit al moodle del centre

L'alumnat disposava del dossier de l'activitat penjat al moodle del centre, i s'iniciava amb una introducció de la feina a fer, mostrant com a model els barrets dissenyats per alumnat d'arquitectura ([12], [13]) això els permetria considerar l'activitat com a rellevant i com a un repte, ja que era una activitat que realitzaven alumnes universitaris i per altra part obtenien models per aprendre a dissenyar els seus barrets.





Imatge 1. Presentació de l'activitat a l'alumnat a la plataforma moodle amb una anticipació d'un mes i mig pel seu lliurament.

Tots els membres del grups havien de construir un barret igual i estable o bé diferents però que formessin part d'una història que volguessin expressar.

Havien de presentar el procés de decisió i d'execució oralment davant la resta de la classe, utilitzant com a base programari informàtic (prezi, issuu, emaze, power-point..) i tenint present que havia de ser com a mínim durant 6'40" (pechakucha) o un màxim de 8 minuts i que tots els membres del grups havien de participar en la divulgació del treball efectuat.

El dossier s'iniciava mostrant el fet que estem envoltant de cossos geomètrics, tant a la natura, com dissenyats per les persones. A continuació se'ls plantejava com un repte ser capaços de fer els seus barrets de la mateixa manera que els van fer estudiants d'arquitectura:



Imatge 2. Presentació del dossier: Cossos geomètrics a la natura i al disseny.

A continuació se'ls recordava el que havien fet a 2n d'ESO, dissenyant capses de colònia i per tant ja partien d'una base, tant de disseny com de càlcul de perímetres, superfícies, volums i capacitats, però que ara havien de fer un pas més enllà ja que es tractava de barrets que havien de portar al seu cap amb una estructura estable.

Jo estic segura sí!! Ja que .....

No partiu de zero, ja que a 2n d'ESO, vàreu fer unes capses precioses:



Recordeu que el **procés de disseny** va consistir en:

1. Fer un dibuix del projecte de capsa que volíeu fer, tal com quedaria.
2. Realitzar el desenvolupament de la capsa.
3. Indicar els passos que s'havien de fer per muntar al capsa.
4. Fer els càlculs del perímetre de paper que necessitaríeu, així com la superfície emprada, el volum que ocuparia la capsa i la capacitat que contendria.

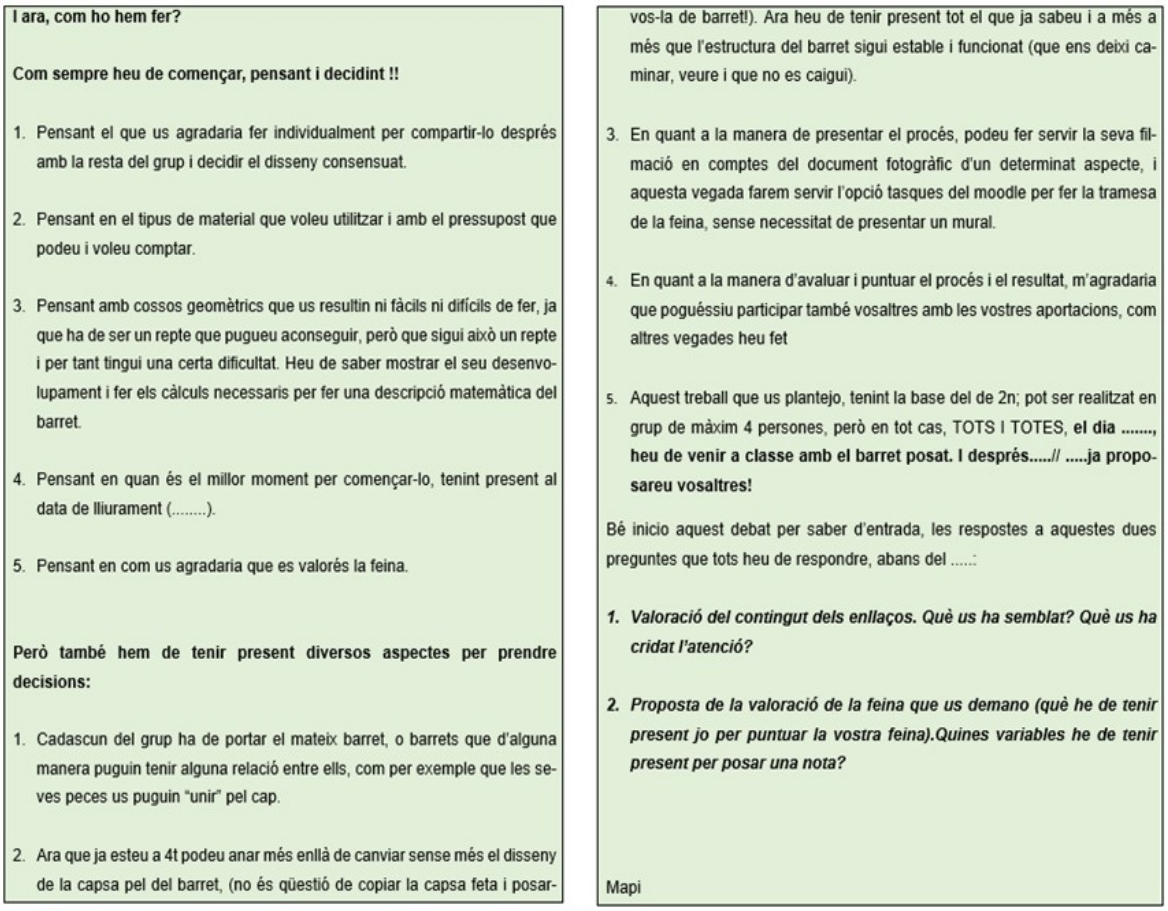
El lliurament consistia en un mural de tot el procés seguit, el qual necessàriament havia d'estar acompanyat de fotografies, per tenir un document gràfic del que fèieu i per suposat, havíeu de portar al capsa.

L'avaluació d'aquest treball, tenia en compte:

1. **El contingut matemàtic** adient i correcte, per tant es valorava el desenvolupament, els càlculs i les unitats emprades, de manera correcta.
2. **El disseny artístic** correcte, per tant, es valorava els acabats, la utilitat de la capsa, per introduir, per exemple, una ampolleta de colònia.
3. **La comunicació oral del procés seguit i de la distribució i responsabilitat de feines de cadascun dels membres del grup** que l'havia fet. (Correcció lingüística, fent servir llenguatge matemàtic, de tots els membres del grup).

Imatge 3. Recordatori del procés de construcció i avaluació de capses realitzades a 2n d'ESO.

Per últim se'ls indicava les semblances i diferències amb la proposta de segon d'ESO, en quant a la manera de comunicar-se i en quant a la manera d'avaluar la seva feina i la dels altres, ja que havien de fer servir google drive per efectuar l'avaluació de responsabilitat compartida, a part d'utilitzar la plataforma moodle per lliurar-me la feina utilitzant eines TIC de presentació, en comptes de mural.



I ara, com ho hem fer?

Com sempre heu de començar, pensant i decidint !!

1. Pensant el que us agradaria fer individualment per compartir-lo després amb la resta del grup i decidir el disseny consensuat.
2. Pensant en el tipus de material que voleu utilitzar i amb el pressupost que podeu i voleu comptar.
3. Pensant amb cossos geomètrics que us resultin ni fàcils ni difícils de fer, ja que ha de ser un repte que pugueu aconseguir, però que sigui això un repte i per tant tingui una certa dificultat. Heu de saber mostrar el seu desenvolupament i fer els càlculs necessaris per fer una descripció matemàtica del barret.
4. Pensant en quan és el millor moment per començar-lo, tenint present al data de lliurament (.....).
5. Pensant en com us agradaria que es valorés la feina.

Però també hem de tenir present diversos aspectes per prendre decisions:

1. Cadascun del grup ha de portar el mateix barret, o barrets que d'alguna manera puguin tenir alguna relació entre ells, com per exemple que les seves peces us puguin "unir" pel cap.
2. Ara que ja esteu a 4t podeu anar més enllà de canviar sense més el disseny de la capsa pel del barret, (no és qüestió de copiar la capsa feta i posar-vos-la de barret!). Ara heu de tenir present tot el que ja sabeu i a més a més que l'estructura del barret sigui estable i funcionat (que ens deixi caminar, veure i que no es caigui).
3. En quant a la manera de presentar el procés, podeu fer servir la seva filmació en comptes del document fotogràfic d'un determinat aspecte, i aquesta vegada farem servir l'opció tasques del moodle per fer la tramesa de la feina, sense necessitat de presentar un mural.
4. En quant a la manera d'avaluar i puntuar el procés i el resultat, m'agradaria que poguéssiu participar també vosaltres amb les vostres aportacions, com altres vegades heu fet
5. Aquest treball que us plantejo, tenint la base del de 2n; pot ser realitzat en grup de màxim 4 persones, però en tot cas, TOTS I TOTES, **el dia ....., heu de venir a classe amb el barret posat. I després...../// .....ja proposareu vosaltres!**

Bé inicio aquest debat per saber d'entrada, les respostes a aquestes dues preguntes que tots heu de respondre, abans del .....:

1. ***Valoració del contingut dels enllaços. Què us ha semblat? Què us ha cridat l'atenció?***
2. ***Proposta de la valoració de la feina que us demano (què he de tenir present jo per puntuar la vostra feina).Quines variables he de tenir present per posar una nota?***

Mapi

Imatge 4. Aspectes a tenir present a l'avaluació del treball i de la seva presentació.

3. L'avaluació de responsabilitat compartida

Plantejar la participació dels estudiants en l'avaluació suposa començar a prendre partit per una avaluació oberta, participativa, democràtica i dialògica, que ja no es circumscriu només al professorat perquè pretén que els estudiants aprenguin avaluant per si mateixos.

És important en l'adquisició de competències al llarg i a l'ample de la vida. Fomenta l'autonomia, la confiança en un mateix, el treball en equip, la cohesió grupal, aprendre a aprendre per mitjà de posicionaments crítics i apoderament.

Vàrem utilitzar una avaluació de responsabilitat compartida, que hem utilitzat al llarg dels anys ([2], [3], [4], [5]) donant co-protagonisme l'alumnat del seu propi procés d'aprenentatge seguint a Sanmartí [10] que indica "*Desenvolupar la capacitat d'autoregular-se comporta:*

*1. **Identificar els objectius de l'activitat** (o conjunt d'activitats). Si no se sap per què es fa el que es fa i el sentit de l'activitat (per a què serveix), és impossible que es pugui reconèixer què és el que no acaba d'estar prou ben fet.*

*2. **Anticipar i planificar l'acció per realitzar la tasca**. Les persones expertes dediquen molt més temps a planificar l'acció que no pas a fer-la, però si es tendeix a avaluar els resultats de l'acció i no la seva planificació, no ajudem l'alumnat a reconèixer la importància i necessitat de dedicar-hi temps.*

*3. **Compartir els criteris d'avaluació**. Sovint els criteris d'avaluació només els coneix el professorat i, per tant, quan els alumnes fan la tasca (o quan preparen un examen o activitat per compro-var què han après) no saben què és el més important a tenir en compte ni per què ho és".*

L'avaluació de responsabilitat compartida va consistir en fer una avaluació:

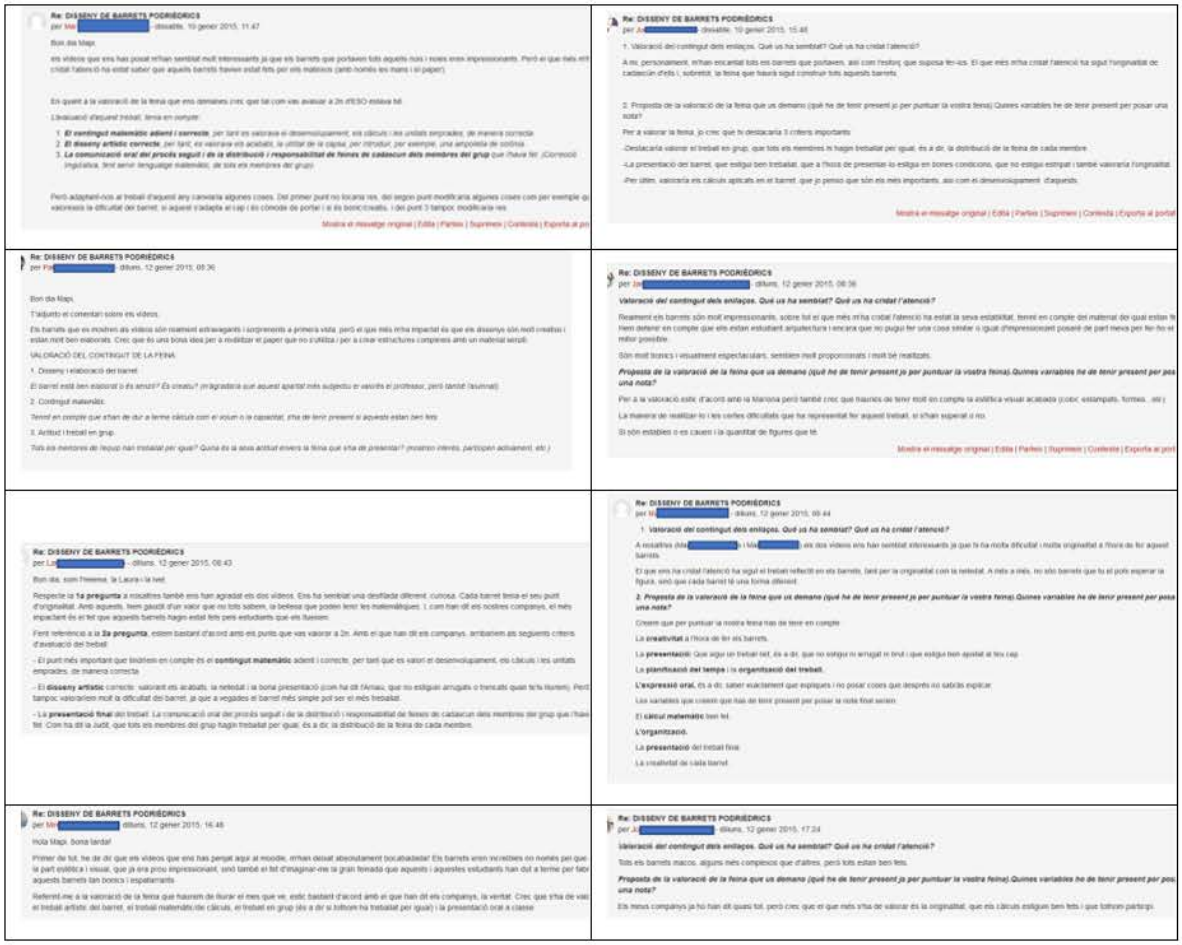
1. Del grup cooperatiu al qual pertanyien, dins de la l'aula física a la que pertanyien.
2. Del grup virtual de MAPI-4, format pels dos grups de 4t, amb un total de 60 alumnes representant un total de 15 grups.

I va suposar per part meva dissenyar dos formularis, un per a cada situació d'avaluació, després d'haver compartit al moodle els criteris d'avaluació que cada grup físic havia elaborat.

Vàrem posar en comú els criteris d'avaluació que havien compartit al moodle, i vàrem acordar els indicadors que jo havia de tenir present.

A continuació un mostratge del què l'alumnat aportava de manera individual per tal que jo el tingués present i que corresponen al curs 2013-14, curs en el que per primera vegada vaig proposar aquesta activitat:





Imatge 5. Mostratge de respostes individuals i grupals aportant criteris d'avaluació per valorar la feina proposada.

Aquestes captures de pantalla del moodle corresponen a respostes efectuades durant el cap de setmana, en horari de classe o fora de l'horari lectiu.

Per a una millor lectura del text que figura a la imatge nº 5 indiquem a continuació el contingut del text elaborats per alumnes tant de manera individual, com en cooperació, referint-se a propostes ja efectuades o incorporant nous aspectes a tenir present a l'avaluació.

Bon dia Mapi, *els vídeos que ens has posat m'han semblat molt interessants ja que els barrets que portaven tots aquells nois i noies eren impressionants. Però el que més m'ha cridat l'atenció ha estat saber que aquells barrets havien estat fets per ells mateixos (amb només les mans i el paper).* *En quant a la valoració de la feina que ens*	*1. Valoració del contingut dels enllaços. Què us ha semblat? Què us ha cridat l'atenció?* *A mi, personalment, m'han encantat tots els barrets que portaven, així com l'esforç que suposa fer-los. El que més m'ha cridat l'atenció ha sigut l'originalitat de cadascun d'ells i, sobretot, la feina que haurà sigut construir tots aquests barrets.* *2. Proposta de la valoració de la feina que us demano*

demanes crec que tal com vas avaluar a 2n d'ESO estava bé. *L'avaluació d'aquest treball, tenia en compte:* 1. ***El contingut matemàtic adient i correcte**, per tant es valorava el desenvolupament, els càlculs i les unitats emprades, de manera correcta.* 2. ***El disseny artístic correcte**, per tant, es valorava els acabats, la utilitat de la capsa, per introduir, per exemple, una ampolleta de colònia.* 3. ***La comunicació oral del procés seguit i de la distribució i responsabilitat de feines de cadascun dels membres del grup** que l'havia fet. (Correcció lingüística, fent servir llenguatge matemàtic, de tots els membres del grup).* *Però adaptant-nos al treball d'aquest any canviaria algunes coses. Del primer punt no tocaria res, del segon punt modificaria algunes coses com per exemple que valoressis la dificultat del barret, si aquest s'adapta al cap i és còmode de portar i si és bonic/creatiu, i del punt 3 tampoc modificaria res*	*(què he de tenir present jo per puntuar la vostra feina).Quines variables he de tenir present per posar una nota?* *Per a valorar la feina, jo crec que hi destacaria 3 criteris importants:* *-Destacaria valorar el treball en grup, que tots els membres hi hagin treballat per igual, és a dir, la distribució de la feina de cada membre.* *-La presentació del barret, que estigui ben treballat, que a l'hora de presentar-lo estigui en bones condicions, que no estigui estripat i també valoraria l'originalitat.* *-Per últim, valoraria els càlculs aplicats en el barret, que jo penso que són els més importants, així com el desenvolupament d'aquests*
Bon dia Mapi, *T'adjunto el comentari sobre els vídeos.* *Els barrets que es mostren als vídeos són realment extravagants i sorprenents a primera vista, però el que més m'ha impactat és que els dissenys són molt creatius i estan molt ben elaborats. Crec que és una bona idea per a reutilitzar el paper que no s'utilitza i per a crear estructures complexes amb un material senzill.* *VALORACIÓ DEL CONTINGUT DE LA FEINA:* *1. Disseny i elaboració del barret.* *El barret està ben elaborat o és senzill? És creatiu? (m'agradaria que aquest apartat més subjectiu el valorés el professor, però també l'alumnat).* *2. Contingut matemàtic.* *Tenint en compte que s'han de dur a terme càlculs com el volum o la capacitat, s'ha de tenir present si aquests estan ben fets.* *3. Actitud i treball en grup.* *Tots els membres de l'equip han treballat per igual? Quina és la seva actitud envers la feina que*	***Valoració del contingut dels enllaços. Què us ha semblat? Què us ha cridat l'atenció?*** *Realment els barrets són molt impressionants, sobre tot el que més m'ha cridat l'atenció ha estat la seva estabilitat, tenint en compte del material del qual estan fets. Hem detenir en compte que ells estan estudiant arquitectura i encara que no pugui fer una cosa similar o igual d'impressionant posaré de part meva per fer-ho el millor possible.* *Són molt bonics i visualment espectaculars, semblen molt proporcionats i molt bé realitzats.* ***Proposta de la valoració de la feina que us demano (què he de tenir present jo per puntuar la vostra feina).Quines variables he de tenir present per posar una nota?*** *Per a la valoració estic d'acord amb la Mariona però també crec que hauries de tenir molt en compte la estètica visual acabada (color, estampats, formes...etc)* *La manera de realitzar-lo i les certes dificultats que ha representat fer aquest treball, si s'han superat o no.*

s'ha de presentar? (mostren interès, participen activament, etc.)	*Si són estables o es cauen i la quantitat de figures que té.*
Bon dia, som l'Helena, la Laura i la Ivet. *Respecte la **1a pregunta** a nosaltres també ens han agradat els dos vídeos. Ens ha semblat una desfilada diferent, curiosa. Cada barret tenia el seu punt d'originalitat. Amb aquests, hem gaudit d'un valor que no tots sabem, la bellesa que poden tenir les matemàtiques. I, com han dit els nostres companys, el més impactant és el fet que aquests barrets hagin estat fets pels estudiants que els llueixen.* *Fent referència a la **2a pregunta**, estem bastant d'acord amb els punts que vas valorar a 2n. Amb el que han dit els companys, arribaríem als següents criteris d'avaluació del treball:* *- El punt més important que tindríem en compte és el **contingut matemàtic** adient i correcte, per tant que es valori el desenvolupament, els càlculs i les unitats emprades, de manera correcta.* *- El **disseny artístic** correcte: valorant els acabats, la netedat i la bona presentació (com ha dit l'Arnau, que no estiguin arrugats o trencats quan te'ls lliurem). Però tampoc valoraríem molt la dificultat del barret, ja que a vegades el barret més simple pot ser el més treballat.* *- La **presentació final** del treball: La comunicació oral del procés seguit i de la distribució i responsabilitat de feines de cadascun dels membres del grup que l'havia fet. Com ha dit la Judit, que tots els membres del grup hagin treballat per igual, és a dir, la distribució de la feina de cada membre.*	***Valoració del contingut dels enllaços. Què us ha semblat? Què us ha cridat l'atenció?*** *Realment els barrets són molt impressionants, sobre tot el que més m'ha cridat l'atenció ha estat la seva estabilitat, tenint en compte del material del qual estan fets. Hem detenir en compte que ells estan estudiant arquitectura i encara que no pugui fer una cosa similar o igual d'impressionant posaré de part meva per fer-ho el millor possible.* *Són molt bonics i visualment espectaculars, semblen molt proporcionats i molt bé realitzats.* ***Proposta de la valoració de la feina que us demano (què he de tenir present jo per puntuar la vostra feina).Quines variables he de tenir present per posar una nota?*** *Per a la valoració estic d'acord amb la Mariona però també crec que hauries de tenir molt en compte la estètica visual acabada (color, estampats, formes...etc)* *La manera de realitzar-lo i les certes dificultats que ha representat fer aquest treball, si s'han superat o no.* *Si són estables o es cauen i la quantitat de figures que té.*
Hola Mapi, bona tarda! *Primer de tot, he de dir que els vídeos que ens has penjat aquí al moodle, m'han deixat absolutament bocabadada! Els barrets eren increïbles no només pel que fa a la part estètica i visual, que ja era prou impressionant, sinó també el fet d'imaginar-me la gran feinada que aquests i aquestes estudiants han dut a terme per fabricar aquests barrets tan bonics i espatarrants.*	***Valoració del contingut dels enllaços. Què us ha semblat? Què us ha cridat l'atenció?*** *Tots els barrets macos, alguns més complexos que d'altres, però tots estan ben fets.* ***Proposta de la valoració de la feina que us demano (què he de tenir present jo per puntuar la vostra feina).Quines variables he de tenir present per posar una nota?*** *Els meus companys ja ho han dit quasi tot, però crec*

Referint-me a la valoració de la feina que haurem de lliurar el mes que ve, estic bastant d'acord amb el que han dit els companys, la veritat. Crec que s'ha de valorar el treball artístic del barret, el treball matemàtic/de càlculs, el treball en grup (és a dir si tothom ha treballat per igual) i la presentació oral a classe	*que el que més s'ha de valorar és la originalitat, que els càlculs estiguin ben fets i que tothom participi.*

Taula 1. Contingut dels textos del fòrum sobre objectius i criteris d'avaluació

Aquests són els acords consensuats que vàrem tenir present per valorar la feina:

1. Aspectes formals: Creativitat i acabats.
2. Exposició oral: Correcció lingüística i claredat.
3. Contingut matemàtic: Correcció en els càlculs i el desenvolupament del cos.

Per altra part també es va acordar valorar l'elecció del barret:

1. Més divertit.
2. Més elaborat.
3. Més bonic.
4. Més dificultat de càlcul.
5. Millor presentació del procés d'elaboració.

Per altra part, la formació de grups cooperatius, depèn de les característiques del grup, així que he utilitzat segons els diferents anys aquestes opcions:

1. Escullo jo la primera persona del grup i la resta, són escollides en cadena per cadascuna de les persones escollides.
2. Escullo jo la primera i les altres dues, són escollides o bé per la primera o bé la primera escull a la segona i aquesta a la tercera i l'última persona la torno a escollir jo.
3. La classe proposa la formació de diferents grups, justificant per escrit l'assignació, després llegeixo les seves valoracions i faig jo els grups.
4. Faig una proposta de creació de grups a l'alumnat delegat/subdelegat i valoren si pot haver algun problema de relació o no.

3.1. L'avaluació grupal entre iguals.

Vaig dissenyar un formulari google drive per tal que els diferents grups

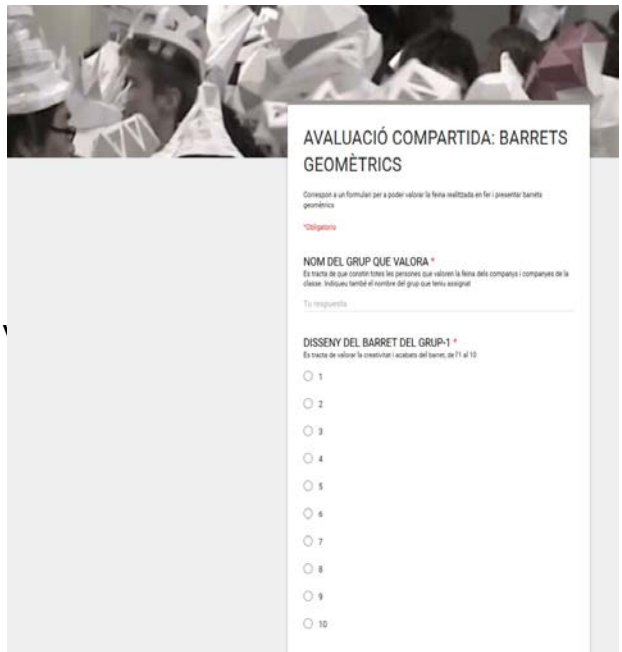


poguessin fer la seva autovaloració com a grup. Els aspectes sobre els quals havien de reflexionar van ser els següents:

1. Planificació i distribució de les feines amb la seva justificació, tant del procés de realització com la de preparació de l'exposició oral.
2. Aspectes formals tant del barret com de la presentació de la feina.
3. Dificultat i correcció del càlculs matemàtics.
4. Proposta de ponderació del treball amb la seva justificació.

3.2. L'avaluació entre iguals del grup virtual.

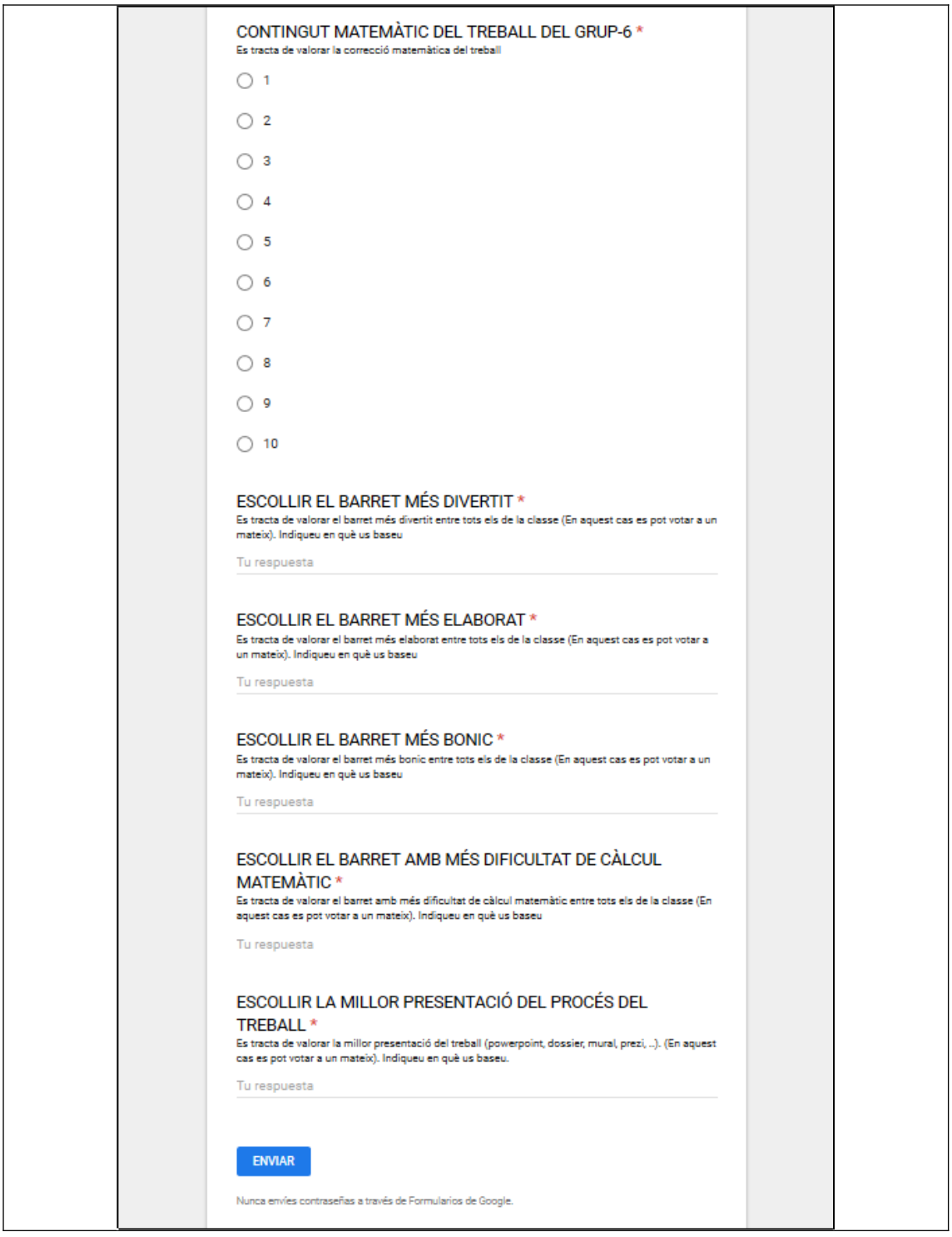
Amb els indicadors consensuats, vaig elaborar un formulari google drive per tal que els dos grups classe poguessin puntuar tots els barrets realitzats per alumnes de 4t en quant a la presentació penjada al moodle a l'aula virtual general de Matemàtiques, MAPI-4, i únicament podien valorar l'apartat d'exposició oral els barrets del grup classe, per la qual cosa vaig haver de fer servir els canvis de secció o bifurcacions que ens permet incorporar el drive.



Únicament podien valorar aquest apartat aquells alumnes d'un mateix grup classe d'aula física.



Imatge 6. Captura de pantalla de la presentació del formulari d'avaluació entre iguals-1.



Imatge 7. Captura de pantalla de la presentació del formulari d'avaluació entre iguals-2.

A continuació indiquem com a exemplificació, les valoracions efectuades per 6 grups (24 alumnes) dels 15 grups que en aquell moment formaven la totalitat dels alumnes de l'aula virtual de 4t d'ESO. Podem veure com coincideixen els

15 grups en valorar els barrets dels grups 5 i 6.



Gràfic 1. Mostratge de les avaluacions de 6 grups cooperatius.

I a continuació algunes de les assignacions a millors barrets segons la categoria d'anàlisi consensuada:

ESCOLLIR EL BARRET				
MÉS DIVERTIT	**MÉS ELABORAT**	**MÉS BONIC**	**AMB MÉS DIFICULTAT DE CÀLCUL**	**MILLOR PRESENTACIÓ DEL PROCÉS**
El barret dels crancs perquè era molt original, amb poques peces i una diadema perquè no els caigués aconseguien un barret molt xulo.	El de les punxes perquè estava molt ben pintat i s'adaptava perfectament al cap de tots.	El dels llibres i les flors, és molt original.	L'unicorn, perquè trigarien bastant en fer la quantitat de càlculs que han hagut de fer sobre el seu desplegable.	Ens ha costat molt decidir-nos però ens decantem per l'unicorn, perquè han fet servir un prezi molt ben fet, molt ben explicat.
Creiem que el més divertit és el nostre, el de les patates fregides del McDonald i després el dels crancs. Els dos hem utilitzat diademes perquè no ens caigués i a sobre ens facilitava els càlculs.	El del llibre i les roses, perquè estava molt currat, a sobre han dibuixat, escrit i pintat com si fos de veritat una rosa i llibres.	No sabem quin posar perquè no ens hem posat d'acord i no ens hem convençut per canviar d'opinió. Ens han agradat el de les patates fregides del Mc Donald, el de les punxes, l'unicorn i el del grup de la Mariona.	El nostre, el de l'unicorn, perquè malgrat el de les piràmides o el del grup de la Roxana és molt complicat de calcular i el dels llibres i les roses està molt treballat, han utilitzat prismes i poca cosa més, el nostre té més peces diferents i per tant hem hagut de fer més càlculs.	El de les punxes (piràmides), perquè veient la seva presentació el podies fer tu perfectament, ja que ho explicaven molt bé.

Taula 2. Mostratge de justificacions d'elecció d'un determinat barret.



4. Consideracions finals

Tal com indiquem en publicacions anteriors ([6], [7], [8]) per fer matemàtiques, i aconseguir actituds positives envers elles, cal desenvolupar la curiositat, la creativitat, la imaginació, l'interès a fer-se preguntes, a trobar respostes i a resoldre problemes i activitats com la que ara presentem, estan en aquesta línia.

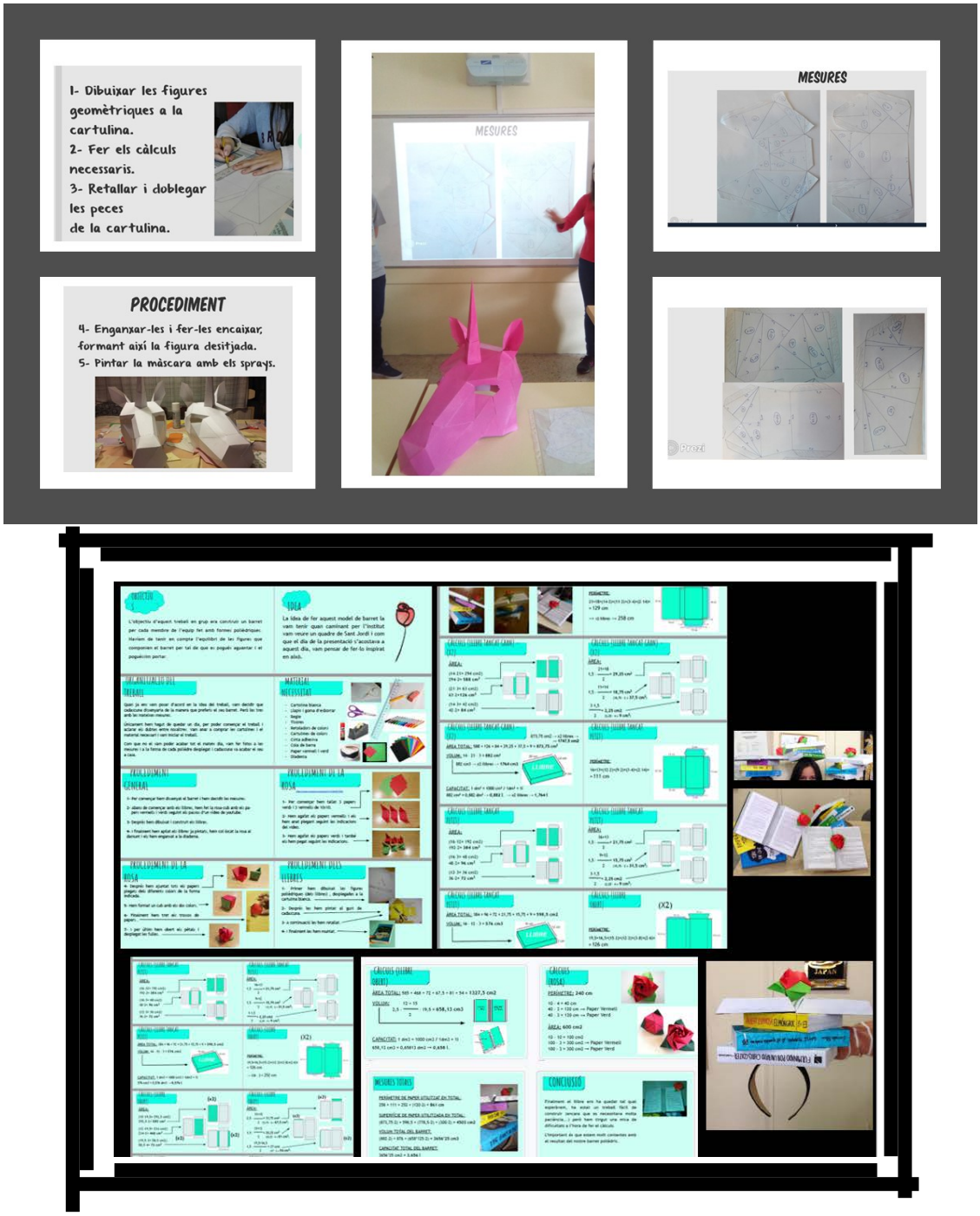
Per altra part, se'ls ha de facilitar una gestió de classe que fomenti l'adaptar-se a treballar tant individualment com en cooperació, per tal de ser cada vegada més autònoms i a la vegada estar oberts a la col·laboració i per tant al respecte, la tolerància, la cooperació i el consens. Així doncs, hem de plantejar i ensenyar a treballar tant individualment com en grup cooperatiu, procurant que la formació de grups sigui adequada a la tipologia de la proposta i tenint present tant les capacitats, habilitats i destreses, com la situació afectiva de l'alumnat.

Hem de potenciar l'esperit crític de l'alumnat, i per tant hem de propiciar i fomentar l'avaluació de responsabilitat compartida. Una avaluació com a guia del seu procés d'aprenentatge i a la vegada una avaluació que els permeti posicionar-se, així com posicionar el treball dels altres, justificant las propostes i acceptant els resultats si són producte del rigor, en base a criteris consensuats entre tots [9].

I finalment hem de propiciar les exposicions orals de la feina feta, utilitzant eines TICs i/o MAV ja que comunicant estem afavorint que l'alumnat sigui capaç de fer una anàlisi de la situació i una síntesi expositiva que el pugui permetre condensar la seva feina utilitzant per exemple el format de pechakucha (20 diapositives i 20 segons per explicar cadascuna d'elles, així en 6 minuts i 40 segons cada grup fa la seva intervenció).

A continuació algunes de les produccions de l'alumnat que van ser millor valorades:





Imatge 8. Mostratge de dos models de barrets millor valorats.

Referències

[1] Cilleruelo, L i Zubiaga, A. (2014). Una aproximación a la Educación STEAM. Prácticas educativas en la encrucijada arte, ciencia y tecnología. *Jornadas de Psicodidáctica* UPV/EUH. Recuperado de https://docplayer.es/18378159-Una-aproximacion-a-la-educacion-steam-practicas-educativas-en-la-encrucijada-arte-ciencia-y-tecnologia.html

[2] Menoyo, M. del P. (1995). La evaluación formativa como instrumento de atención a la diversidad: Una experiència en Secundaria. *Alambique: Didáctica de las Ciencia Experimentales*, nº 4, pp. 42-54 Editorial Graó. Barcelona

[3] Menoyo, M. del P. (1999). La utilització de diferents instruments d'avaluació en el seguiment de l'alumnat. *GUIX* nº 260, pp 31-34. Editorial Graó. Barcelona.

[4] Menoyo, M. del P. (1999). El contrato didáctico o pedagógico: los pactos. *Aula de Innovación Educativa*, nº 83-84 Editorial Graó. Barcelona.

[5] Menoyo, M. del P. (2008). El uso de los foros virtuales en Secundaria: Interacciones de un grupo de alumnos de segundo de ESO en el proceso de enseñanza-aprendizaje en matemáticas. *Uno: Revista de didàctica de las matemáticas,* nº 48, pp 101-112.

[6] Menoyo, M del P. (2013). *Fer recerca a Secundària: Un repte per a l'alumnat i per al professorat*. Premi Marta Mata 2013. Rosa Sensat ISBN 978-84-941482-8-6.

[7] Menoyo, M. del P. (2016). Aprendre a investigar i a comunicar a l'ESO i al batxillerat des de la mirada matemàtica de la realitat: Experiència portada a terme a l'Institut Juan Manuel Zafra de Barcelona*. Llibre d'actes Congrés català d'educació matemàtica.* Barcelona. ISBN: 978-84-608-9217-5 Recuperat de http://c2em.feemcat.org/wp-content/uploads/actes/2C121.pdf

[8] Menoyo, M. del P.(2016). *La realización de Trabajos de investigación: Un reto para el alumnado y el profesorado de Secundaria*. Editorial Octaedro ISBN 978-84-9921-802-1

[9] Menoyo, M. del P. (2017). Hacer ciencia para comunicar ciencia desde 1º de ESO: Aprender a pensar, leer, realizar, hablar y escribir ciencia *Revista Modelling in Science Education and Learning* Volume 10 (1), doi: 0.4995/msel.2017.6556. Instituto Universitario de Matemática Pura y Aplicada Universitat Politécnica de Valencia ISSN: 1988-3145.

[10] Sanmartí, N. (2010) Avaluar per aprendre: L'avaluació per millorar els aprenentatges de l'alumnat en el marc del currículum per competències Recuperat de http://phobos.xtec.cat/edubib/intranet/file.php?file=docs/primaria/orientacions/avaluar_per_aprendre.pdf

[11] Sousa, D.A. i Pilecki, T. (2013). From STEM to STEAM: Using Brain-Compatible Strategies to Integrate the Arts. Thousand Oaks. CA: SAGE.

[12] http://vimeo.com/16082753

[13] http://vimeo.com/37156185




DISSENY DE L'ACTIVITAT
CONTEXT
Matemàtiques 4t d'ESO INST. JM ZAFRA (Barcelona)
Treball en grup cooperatiu d'elecció lliure i avaluació de responsabilitat compartida
AVALUACIÓ DE RESPONSABILITAT COMPARTIDA
Criteris d'Avaluació entre iguals:
Qualitat estètica
Rigor de càlcul
Exposició oral
Avaluació entre iguals i
Autoavaluació
(utilitzant google drive)
Presentació oral per part de l'alumnat del procés, en format ppt , prezi...
DISSENY DE BARRETS GEOMÈTRICS
PROPOSTA DE TREBALL I AVALUACIÓ COOPERATIVA
María del Pilar Menoyo Díaz
@zafrainvestiga
cefire
EXEMPLIFICACIONS
EXEMPLIFICACIONS
FONTS DE CONSULTA

Ecoauditoría energética del IES Politècnic de Castelló

MªAngeles Sos Rochera, Joaquim Canales Leiva
msosr@iespolitecnic.org, jcanalesl@iespolitecnic.org
IES Politècnic de Castelló

Modalidad: Póster
Nivel educativo: Bachillerato

Resumen

El objetivo principal de este trabajo es concienciar del problema de la gran cantidad de energía consumida en el centro educativo. Para ello hemos realizado una investigación y búsqueda de soluciones.

Palabras clave: Ecoauditoría, energía, calefacción, placas solares.

1. Introducción.

Decidimos realizar una ecoauditoría energética del centro para intentar reducir el consumo.

2. Ideas fundamentales

2.1 Información del centro

Edificio de diseño moderno de 10 años con fachada de cara vista y forma de U.

El edificio consta de tres plantas, situado entre dos calles y el Parque del Oeste.

La orientación es hacia el Oeste.

Las aulas de teoría tienen dos ventanas dobles que tienen algunas desventajas. Esta disposición no es la más acertada ya que el calor se pierde a través de las ventanas.

Cada aula también tiene dos radiadores de calefacción.

Una posible solución a estos problemas consiste en difuminar esta luz.

2.2 Luces y medidas con luxómetro

Distribución de las luces en el centro y medidas con el luxómetro.

2.3 Temperatura

Medimos la temperatura de distintos puntos del centro con termómetro.



2.4. Entrevistas

Realizamos entrevistas con diferentes profesores del centro que tienen diferentes opiniones sobre el consumo de energia del centro y posibles soluciones.

2.5 Posibles soluciones

Cambiar la distribución del centro, eliminar las rejas de las ventanas que oscurecen mucho las clases.

3. Medidas con aparatos

3.1 Temperatura

Planta baja: 18,52 ºC

Primera planta:20,95 ºC

Segunda planta:20,88 ºC

Tercera planta: 20,77 ºC

3.2 Medidas con el luxómetro

En la primera planta: Zona 2--300 Lux, Zona 3--750 Lux

En la segunda planta: Zona 1--530 Lux, Zona 2--450 Lux, Zona 3--800 Lux

En la tercera planta: Zona 1--940 Lux, Zona 2--1215 Lux, Zona 3--4000 Lux

3.3 Número de luces

412 en la 3º planta

441 en la 2ª planta

250 en la 1ª planta y el sótano

Total 1100 Luces

Después de hacer unos cálculos observamos que hay un total de 2042 luces y el consumo de la luz sale 49 989€ si utilizáramos fluorescentes de bajo consumo. Normalmente se consumen unos 73 548 vatios pero con las luces de bajo consumo se podrían llegar como máximo a unos 14 710 vatios.

4. Mejoras

Este centro tiene unos ciertos problemas en cuanto a energía ya sea energía solar o calorífica. Por ejemplo en las ventanas observamos que hay unas rejas que no dejan el paso a la luz. Si quitáramos estas rejas permitiríamos un mayor paso de la luz aunque esto agravaría el problema de que la luz refleja en las



pizarras y no se ven bien. Hemos pensado que la mejor manera para que pase la luz es utilizar ventanas difuminadas.

Otra posible solución serían las persianas tipo mallorquina.

La medida más importante que se empezó a utilizar y hoy dia sigue utilizándose es que cada noche a las diez, cuando finalizan las clases nocturnas de los ciclos formativos, se desconecta el cuadro eléctrico y se vuelve a conectar a las ocho de la mañana, cuando empiezan las clases del horario matutino.

5. Otras mejoras

La posibilidad de aprovechar toda la azotea para poner placas solares en el centro haría que ahorrásemos mucha energía eléctrica. Pero al calcular el presupuesto vimos que por motivos económicos esta opción era inviable.



MªAngeles Sos Rochera
Joaquim Canales Leiva

I.E.S. Politecnic

Ecoauditoria energètica del IES Politècnic de Castellón



II CONGRESO INTERNACIONAL CTEM DE LA COMUNIDAD VALENCIANA

RESUMEN:

- Diseño moderno de 10 años con fachada de cara vista y forma es de U
- El edificio consta de tres plantas
- Está situado entre dos calles y el Parque del Oeste
- La orientación es hacia el Oeste
- Las aulas de teoría tienen dos ventanas dobles que tienen algunos desventajas.
- Una posible solución a estos problemas consiste en difuminar esta luz.
- Cada aula también tiene dos radiadores de calefacción
- Esta disposición no es la más acertada ya que el calor se pierde a través de las ventanas







IDEAS FUNDAMENTALES:...

- Información del centro
- Distribución de las luces en el centro y medidas con el luxómetro
- Temperatura del Instituto
- Entrevistas
- Posibles soluciones

MEDIDAS CON APARATOS:

TEMPERATURA: Planta baja: 18'52 ºC
Primera planta:20'95 ºC
Segunda planta:20'88 ºC
Tercera planta: 20'77 ºC

MEDIDAS CON EL LUXOMETRO:

- En la primera planta: Zona 2--300 Lux, Zona 3--750 Lux
- En la segunda planta: Zona 1--530 Lux, Zona 2--450 Lux, Zona 3--800 Lux
- En la tercera planta: Zona 1--940 Lux, Zona 2--1215 Lux, Zona 3--4000 Lux



Medidas de ahorro energético:

NUMERO DE LUCES:
±412 en la 3ª planta
±441 en la 2ª planta Total
1100 Luces
±250 en la 1ª planta y el sótano

Después de hacer unos cálculos observamos que hay un total de 2042 luces y el consumo de la luz sale 49 989€ si utilizaríamos fluorescentes de bajo consumo. Normalmente se consuman unos 73 548 vatios pero con las luces de bajo consumo se podrían llegar como máximo a unos 14 710 vatios.

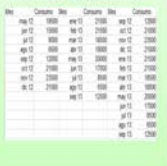
MEJORAS

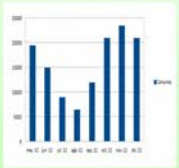
Este centro tiene unos ciertos problemas en cuanto a energía ya sea energía solar o calorífica. Por ejemplo en las ventanas observamos que hay unas rejas que no dejan el paso a la luz. Si quitáramos estas rejas permitiríamos un mayor paso de la luz aunque esto agravaría el problema de que la luz refleja en las pizarras y no se ven bien.
Hemos pensado que la mejor manera para que pase la luz pero a la vez difuminarla las ventanas difuminadas. Estas lo que hacen
Otra posible solución serian las persianas tipo mallorquina.
La medida más importante que se empezó a utilizar y hoy dia sigue utilizandose es que cada noche a las diez cuando finalizan las clases nocturnas de los ciclos formativos se desconecta el cuadro eléctrico y se vuelve a conectar a las ocho de la mañana cuando empiezan las clases del horario matutino.



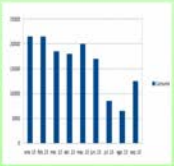


Graficos de consumo



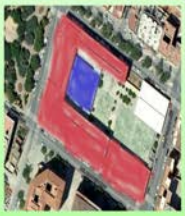






OTRAS MEJORAS

La posibilidad de aprovechar toda la azotea para poner placas solares en el centro haria que ahorrasemos mucha energia eléctrica. Pero al calcular el presupuesto vimos que por motivos económicos esta opción era inviable.



El trabajo por proyectos para el desarrollo de la igualdad y la resolución de problemas

Diana Marín Suelves[1], María de la O Chordi García[2] y Elena Belenguer[3]
diana.marin@uv.es , mariola_chordi@yahoo.com , elenabelenguersuelves@gmail.com
Universitat de Valencia[1], IES La Canyada[2], Universidad de Reino Unidos[3]

Modalidad: Póster.

Nivel educativo: Internivel.

Resumen

Este proyecto es desarrollado por alumnos en tercer curso de Ingeniería Mecánica de una universidad extranjera. Su objetivo comprende diseñar y construir, en grupos de 5, un coche eléctrico (primero diseñado totalmente por estudiantes) que funcione y se pueda presentar a la competición de Silverstone a final de año (Julio).

La metodología empleada en este estudio responde a un modelo de investigación cualitativa (Angrosino, 2012; Gibbs, 2012). Para la recogida de la información, se ha utilizado como técnica la entrevista semiestructurada (Mayorga, 2004), para conocer la vivencia de la experiencia desde la perspectiva de los participantes y la valoración que realizan del proceso de aprendizaje.

A partir de las entrevistas realizadas con los miembros del subgrupo encargado de los engranajes y sistema de frenado destaca la valoración positiva del proceso de trabajo y de los aprendizajes adquiridos.

Los resultados del estudio indican aprendizajes respecto a la organización y responsabilidad en el trabajo cooperativo, además de habilidades comunicativas e incluso el disfrute en el proceso de aprendizaje y el acercamiento a su futura profesión.

Por otra parte, destacan algunas dificultades encontradas, como el depender del trabajo de otros subgrupos, el envío de materiales, el cumplimiento de plazos y en el intercambio de información.

En definitiva, se valora este enfoque como potenciador del trabajo cooperativo, de la igualdad de género y de la valoración de los miembros del equipo por sus posibilidades de enriquecimiento al proyecto final y además por la aportación de todos a la resolución del problema planteado. De ahí que se concluya que el todo es más que la suma de sus partes y que en la diversidad está el valor de los ciudadanos del mañana.



Palabras clave: proyecto, aprendizaje, cooperación, igualdad, educación superior.

1. Contexto

La estructura del plan de estudios de la titulación de Ingeniería Mecánica se compone de tres años de carrera y existe la opción de añadir uno más, que permite graduarse con un máster en ingeniería mecánica.

En cuanto a la descripción del alumnado, en tercer curso hay 330 alumnos, pero el número se reduce en cuarto, ya que no todos eligen hacer el master. La mayoría son hombres, tan sólo hay un 15% de mujeres matriculadas. Respecto a la procedencia del alumnado, hay alumnos de multitud de países, especialmente de China y Malasia.

Durante la carrera, los alumnos desarrollan las capacidades necesarias para ejercer la profesión una vez graduados. Estas incluyen habilidades en el ámbito académico, como las matemáticas, el uso de software profesional o la teoría de los fundamentos de la ingeniería. Pero lo académico o curricular no lo es todo y es importante plantear metodologías diferentes y trabajos con objetivos que vayan más allá, que incluyan lo procedimental y el desarrollo de actitudes positivas.

Otras competencias que se desenvuelven a lo largo de la carrera están basadas en el ámbito social. Esto se hace a través de trabajos en grupo y tutorías a las cuales los alumnos atienden en grupos.

Las tutorías suelen ser grupales durante los primeros dos años y suelen ser semanales, excepto en periodo de exámenes. En éstas se intenta conocer al alumnado, dar un apoyo más personal, ya que, la carrera tiene más de 300 alumnos y también agrupar alumnos para hacer más fácil el conocerse y relacionarse.

La otra forma es a través de trabajos en grupo. En todos los años de la carrera (exceptuando tercero si haces tres años o cuarto si haces cuatro), hay un trabajo en grupo que contribuye a la nota final del alumno. Estos



grupos suelen ser de 5 personas, escogidas entre los alumnos, a las que se les entrega un documento con todos los requisitos del proyecto y una breve explicación de lo que se espera de los alumnos a lo largo del trabajo y una vez finalizado, cuando se presentan los resultados. En primero y segundo, estos proyectos tienen menos valor en porcentaje sobre la nota final que el trabajo de tercero (para los que hagan máster).

En concreto, en tercer curso hay una asignatura de 40 créditos en la que los alumnos forman grupos de 5 estudiantes y eligen un proyecto. Para ello se utilizan los proyectos de trabajo o el aprendizaje basado en proyectos que es una metodología que posibilita el aprendizaje activo (García y Pérez, 2018).

2. Proyecto

Tal y como se ha dicho, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es un enfoque metodológico que se puede emplear para la promoción del aprendizaje de conceptos científicos mediante la instrumentalización necesaria para la resolución de un problema o elaboración de un producto (Domènech-Casal, 2018).

En este sentido, uno de los proyectos que más destaca en tercero es el de la construcción de un coche de Fórmula 1. Este proyecto implica varios grupos de cinco alumnos trabajando hacia una misma meta. El equipo también incluye alumnos de cuarto año haciendo su trabajo final basado en partes del coche. Cada grupo trabaja en una sección del coche, pero todo tiene que unirse antes del evento en el que el coche compita contra otras universidades, en la competición de Silverstone, que suele ser a mediados de julio, por lo tanto, se usa el año académico entero para la realización del trabajo. Los grupos se dividen las tareas y las áreas son: mecatrónica, suspensión, chasis, transmisión y aerodinámica.



Grupo	Tarea
Mecatrónica	Diseño de los recipientes en los que van los componentes eléctricos. Estos tienen que seguir una serie de normas de ventilación para las baterías, otros componentes y el cableado. Las normas están impuestas por la organización del evento y cualquier equipo que no las cumpla no podrá participar (esto se aplica a todos los equipos).
Suspensión	Diseño de un sistema de suspensión que este conectado al chasis de manera que la distribución del peso del coche con todos los componentes sea adecuada para el funcionamiento y objetivo de la competición. Esta suspensión también deberá proteger el vehículo al pasar por baches o imprevistos en la carretera.
Chasis	Diseño de la estructura a la que se conecta la suspensión y la que contiene todos los otros componentes. Este equipo debe comunicarse con todos los grupos para asegurarse que hay espacio para las partes y que el diseño es la solución más óptima para el problema planteado.
Aerodinámica	Este grupo diseña el cuerpo que cubre el chasis, haciendo que el coche no tenga impedimento por la resistencia aérea una vez este compitiendo. Esto no solo cubre y protege los componentes dentro del chasis de cualquier piedra que salte o imprevistos, pero también le da forma al vehículo y evita que vaya más lento por causas ajenas como el aire.
Transmisión	Este grupo ha diseñado los engranajes más adecuados para pasar la fuerza y tracción del motor eléctrico a cada una de las ruedas. En el proyecto de este grupo también se incluye los frenos, es decir, la elección de qué tipo de frenos y el diseño del sistema para poder acoplarse por la estructura proporcionada por el chasis. El sistema entero es diseñado por los alumnos.

Tabla 1. Áreas y tareas.



3. Objetivo

El objetivo de este proyecto es que cada grupo aprenda a organizarse y a distribuir la tarea considerando cuales son los fuertes de cada miembro a la vez que los requisitos del trabajo y el tiempo que se les asigna para completarlo. Otra cosa que se intenta fomentar a lo largo del proyecto es que los alumnos se den cuenta de que su trabajo puede influir o interferir en el de otros y, por eso, la importancia de la comunicación constante, no sólo en cada grupo, sino entre todos los grupos. Es un trabajo que requiere mucho conocimiento de las teorías aprendidas en años anteriores y del software utilizado para diseñar todas las partes. Esta última parte, no es enseñada en la carrera específicamente y es considerado un desafío para los estudiantes de ingeniería mecánica.

4. Componentes del grupo

Este proyecto incluye 5 grupos de 5 personas, alumnos de esta asignatura (25 en total, de los cuales, 4 son mujeres), que se especializan en las partes más grandes (mecatrónica, chasis, suspensión, transmisión y aerodinámica) y también cuentan con la colaboración de algunos alumnos de másters y doctorandos, que ayudan a finalizarlo.

La organización del equipo entero tiene una líder, a pesar de estar en clara minoría, una mujer fue elegida para asumir este rol. Sus funciones incluyen realizar todo el papeleo y organizar una reunión semanal para revisar el progreso de los componentes de su grupo y asegurar que el coche estará listo a tiempo. Para ello, se organizan los 5 grupos mencionados anteriormente.

Detalles de los miembros de un equipo y de las tareas realizadas están resumidas en las tabla 2. El número total de miembros en el equipo principal es 25. Hay más miembros, pero estos son voluntarios que quieren formar parte del equipo como equipo de apoyo, pero no son evaluados



académicamente. Estos ayudan a los grupos con ideas de diseño y montando las partes para el evento.

	Hombres	Mujeres	Edad	Procedencia
Miembros	25	4	Grupos: 21-22 años Trabajos Individuales: 22-23 años Voluntarios: 18-25 años	Inglesa, Española, Italiana, Africana (Kenia), China Tailandesa.

Tabla 2. Características de los participantes.

5. Proceso

Diseñar el coche requiere bastantes conocimientos matemáticos, ya que todo ha de ser calculado para asegurarse el buen funcionamiento una vez construido. Además, estos diseños tienen que seguir unas normas para poder participar en la competición. Esto es revisado por un ingeniero el primer día de competición.

Al empezar el proyecto los componentes de cada grupo debatieron las diferentes opciones y soluciones para el problema, se desarrollaron algunas ideas y valoraron cuáles funcionaban y descartaron las que no eran apropiadas por falta de viabilidad.

Una vez el primer set de ideas estaba listo y desarrollado hasta el punto de poder demostrar que serían buenas soluciones (con cálculos matemáticos y diseños en el ordenador realizados) se realizó una primera presentación al profesorado. Esta presentación duró una media hora con preguntas incluidas. Se debatieron los diseños y se enseñaron dibujos técnicos y plan de organización.

Una vez pasada esta presentación (aprobada por el profesorado), se eligió la mejor solución y se desarrolló paso a paso hasta el punto de estar lista para ser construida. Esta fase se desarrolló a lo largo de muchos meses.



Antes de construir el coche se hizo otra presentación, con una duración aproximada de una hora en la que se aprobó el diseño final. Se confirmó el funcionamiento por ingenieros licenciados, y se dio permiso para empezar a construir.

Finalmente, se hace la parte correspondiente del proyecto (en el subgrupo objeto de estudio se encargaron de los engranajes y sistema de frenado) y se junta con las otras partes desarrolladas por los otros grupos.

Para la asignatura también se hizo un documento en el que todo lo que se ha hecho y quién lo ha hecho consta y un póster para el día de la presentación (en el que se resume el proyecto).

6. Metodología

Este estudio responde a un modelo de investigación cualitativa (Angrosino, 2012; Gibbs, 2012). Para la recogida de la información se ha utilizado como técnica la entrevista semiestructurada (Mayorga, 2004), para conocer la vivencia de la experiencia desde la perspectiva de los participantes y la valoración que realizan del proceso de aprendizaje.

7. Valoración

A partir de las entrevistas realizadas con los miembros del subgrupo encargado de los engranajes y sistema de frenado destaca la valoración positiva del proceso de trabajo y de los aprendizajes adquiridos.

Indican aprendizajes respecto a la organización y responsabilidad en el trabajo cooperativo, además de habilidades comunicativas e incluso el disfrute en el proceso de aprendizaje y el acercamiento a su futura profesión. Muestra de ello son las siguientes citas extraídas de las entrevistas:

“Hemos aprendido el trabajo que requiere un proyecto como este y la importancia de la organización en grupo” (EET1, l. 3-4).

“Organizarse desde el primer día y tener un plan en el que haya fechas claves es muy importante ya que se facilita la tarea y ayuda a comprobar que



el proyecto va bien de tiempo, encaminado para acabar las presentaciones y hecho a tiempo" (EET3, l. 6-8).

"También se aprende a disfrutar de un proyecto y a trabajar en grupo a la vez que la importancia de la comunicación entre subgrupos para que el proyecto común funcione" (EET4, l. 9-10).

Por otra parte, destacan algunas dificultades encontradas, como el depender del trabajo de otros subgrupos, del envío de materiales, del cumplimiento de plazos y en el intercambio de información. Ejemplo de ello, son estas citas:

"Dificultad seria, por ejemplo, que no todos los miembros del grupo trabajan por igual y que nosotros no tenemos ningún tipo de poder sobre las empresas para tener nuestras partes a tiempo" (EET2, l. 36-38).

"Cada miembro tiene una parte que se le da mejor y si eso no se sabe desde el principio puede costar tiempo descubrirlo y afecta la eficacia y organización del grupo" (EET5, l.32-33).

"A veces cuesta ponerse en contacto con otros equipos y que tengan la información que les pides tan rápido como te gustaría" (EET1, l.44-45).

En definitiva, se valora este enfoque de aprendizaje basado en proyectos como potenciador del trabajo cooperativo, de la igualdad de género y de la valoración de los miembros del equipo por sus posibilidades de enriquecimiento al proyecto final y además por la aportación de todos a la resolución del problema planteado. El diseño de este tipo de actividades ABP, que dan respuesta a situaciones reales, implica complejidades en la relación entre contenidos académicos y contextos. Sin embargo, los alumnos, en este proyecto, se convierten en protagonistas de su propio aprendizaje y desarrollan su autonomía y su responsabilidad, y lo hacen individualmente y en también en grupo. De ahí que se concluya que el todo es más que la suma de sus partes y que en la diversidad está el valor de los ciudadanos del mañana.



En la siguiente figura, se muestran los elementos clave que los participantes identifican para el éxito de un proyecto de trabajo colaborativo.



Figura 1. Elementos clave para el éxito de un proyecto de trabajo colaborativo. Fuente: elaboración propia.

A continuación, en la siguiente tabla se resumen las principales características de los elementos que han emergido de las entrevistas.

Grupo	Tarea
Responsabilidad	La responsabilidad se diferencia en dos niveles: individual y grupal. Implica el esfuerzo realizado por cada miembro para contribuir al trabajo en grupo, teniendo en cuenta las necesidades de cada miembro del equipo. Cada miembro ha de ser responsable de su trabajo y del resultado final.
Clima Positivo	En el trabajo colaborativo un clima de tolerancia y respeto hacia lo distinto, influye en la creación de un clima positivo. Y, son precisamente, estas diferencias las que se entienden como una oportunidad de aprendizaje y crecimiento. Además este clima de tolerancia y respeto, unido a la experiencia de trabajar con otros, favorece el desarrollo de habilidades interpersonales (Sandoval, 2014).



Gestión del Tiempo	La gestión eficaz del tiempo resulta importante para respetar los distintos ritmos de aprendizaje de los participantes de cada grupo y proponer actividades secuenciadas en complejidad creciente. Es necesario un plan de trabajo donde especifiquen las tareas previstas, los encargados de cada una y el calendario para realizarlas para una buena organización.
Organización y reparto de tareas	En un trabajo en equipo es fundamental repartir roles desde un inicio y ajustarse a las características y competencias de cada alumno para aprovechar sus cualidades y optimizar el desarrollo del trabajo. De esta forma se desarrollan habilidades sociales y capacidades académicas.
Competencias	Las competencias necesarias para el éxito del trabajo cooperativo son fundamentalmente sociales, porque exigen interacción. Se diferencias las competencias: lingüística, social y cívica, aprender a aprender que forman parte de la dimensión social de los individuos.
Motivación	"La motivación es un proceso que explica el inicio, dirección, intensidad y perseverancia de la conducta encaminada hacia el logro de una meta" (López, 2019: p. 21). El trabajo colaborativo ayuda a la mejora de la motivación y esto es fundamental para alcanzar el éxito del proyecto.
Formación	La formación de cada uno de los componentes del equipo en un trabajo colaborativo es clave para el éxito del proyecto. La especialización y complementariedad entre los miembros de un equipo para la resolución de tareas complejas es muy importante.

Por último, la siguiente figura recoge las palabras clave, las más frecuentes en las entrevistas, las señaladas como relevantes para describir el proyecto realizado, elaborada con la herramienta WordArt. Entre ellas destaca el alumnado como protagonista, la igualdad de géneros, las ciencias y tecnología y el proyecto de trabajo como enfoque.





Imagen 2. Palabras clave del estudio. Fuente: elaboración propia con WordArt

Referencias

[1] Angrosino, M. (2012). *Etnografía y observación participante en Investigación Cualitativa.* Madrid: Morata.

[2] Domènech-Casal, J. (2018). Aprendizaje Basado en Proyectos en el marco STEM: componentes didácticas para la Competencia Científica. *Ápice. Revista de Educación Científica*, *21*(2), 29-42.

[3] European Union (2016). *Strategics engagement to gender equality 2016-2019.* Luxemburgo. Publications Office the European Union.

[4] García, J. & Pérez, J. (2018). Aprendizaje basado en proyectos: método para el diseño de actividades. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación, 10*, 37-63.

[5] Gibbs, G. (2012). *El análisis de datos cualitativos en Investigación Cualitativa.* Madrid: Morata.

[6] López Carranza, J. C. (2019). Motivación y estrategias de aprendizaje; inteligencia emocional y estrés académico en universitarios de trujillo. Tesis doctoral.

[7] Mayorga, M.J. (2004). La entrevista cualitativa como técnica de la evaluación de la docencia universitaria. *RELIEVE, 10*(1), 23-39.

[8] Sandoval Manríquez, M. (2014). Convivencia y clima escolar: claves de la gestión del conocimiento. *Última década*, *22*(41), 153-178.

APRENDIZAJE COOPERATIVO, IGUALDAD Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN EDUCACIÓN SUPERIOR. UN PROYECTO DE TRABAJO

Elena Belenguer, Diana Marín Suelves y María de la O Chordí

INTRODUCCIÓN

Contexto

En la University of Nothingam la estructura del plan de estudios de la titulación de Ingeniería Mecánica se compone de 3 años de carrera y uno de master.

En cuanto a la descripción del alumnado en tercer curso hay 330 alumnos, pero el número se reduce en cuarto, ya que no todos eligen hacer el master. La mayoría son hombres, tan sólo hay un 15% de mujeres matriculadas. Respecto a la procedencia del alumnado, hay alumnos de todas partes del mundo, especialmente de China y Malasia.

En tercer curso hay una asignatura de 40 créditos en la que los alumnos forman grupos de 5 estudiantes y eligen un proyecto. Para ello se utilizan los proyectos de trabajo o el aprendizaje basado en proyectos que es una metodología que posibilita el aprendizaje activo (García y Pérez, 2018).

Objetivo

Diseñar y construir entre todos, un coche eléctrico (primero diseñado totalmente por estudiantes) que funcione y se pueda presentar a la competición de Silverstone a final de año (Julio).

Componentes del grupo

Durante este curso se ha realizado como proyecto de trabajo el diseño y construcción de un coche de Fórmula 1. Este proyecto incluye 5 grupos de esta asignatura (25 personas, de los cuales, 4 son mujeres), que se especializan en las partes más grandes (mecatrónica, chasis, suspensión, transmisión y aerodinámica) y también cuentan con la colaboración de algunos alumnos de másters y doctorandos, que ayudan a finalizarlo.

La organización del equipo entero tiene una líder, a pesar de estar en clara minoría, que hace todo el papeleo y organiza una reunión semanal para revisar el progreso de los alumnos y asegurar que el coche estará listo a tiempo, los 5 grupos mencionados anteriormente.

Proceso

Diseñar el coche requiere bastantes conocimientos matemáticos, ya que todo ha de ser calculado para asegurarse el bien funcionamiento una vez construido. Además, estos diseños tienen que seguir unas normas para poder participar en la competición. Esto es revisado por un ingeniero el primer día de competición).

Al empezar el proyecto los componentes de cada grupo debatieron las diferentes opciones y soluciones para el problema, se desarrollaron algunas ideas y valoraron cuáles funcionaban y descartaron las que no eran apropiadas. Una vez el primer set de ideas estaba listo y desarrollado hasta el punto de poder demostrar que serían buenas soluciones (con cálculos matemáticos y diseños en el ordenador realizados) se realizó una primera presentación al profesorado. Esta presentación duró una media hora con preguntas incluidas. Se debatieron los diseños y se enseñaron dibujos técnicos y plan de organización. Una vez pasada esta presentación (aprobada por el profesorado), se eligió la mejor solución y se desarrolló hasta el punto de estar lista para ser construida. Antes de construir se hizo otra presentación, con una duración aproximada de una hora en la que se aprobó el diseño final y se confirmó el funcionamiento, ya que ellos son ingenieros licenciados, y se dio permiso para empezar a construir. Finalmente, se hace la parte correspondiente del proyecto (en este subgrupo se encargaron de los engranajes y sistema de frenado) y se junta con las otras partes desarrolladas por los otros grupos. Para la asignatura también se hizo un documento en el que todo lo que se ha hecho y quién lo ha hecho consta y un póster para el día de la presentación (en el que se resume el proyecto).

METODOLOGÍA

Este estudio responde a un modelo de investigación cualitativa (Angrosino, 2012; Gibbs, 2012). Para la recogida de la información se ha utilizado como técnica la entrevista semiestructurada (Mayorga, 2004), para conocer la vivencia de la experiencia desde la perspectiva de los participantes y la valoración que realizan del proceso de aprendizaje.

RESULTADOS

A partir de las entrevistas realizadas con los miembros del subgrupo encargado de los engranajes y sistema de frenado destaca la valoración positiva del proceso de trabajo y de los aprendizajes adquiridos.

Indican aprendizajes respecto a la organización y responsabilidad en el trabajo cooperativo, además de habilidades comunicativas e incluso el disfrute en el proceso de aprendizaje y el acercamiento a su futura profesión. Muestra de ello son las siguientes citas extraídas de las entrevistas:

"Hemos aprendido el trabajo que requiere un proyecto como este y la importancia de la organización en grupo" (EET1, l. 3-4).

"También se aprende a disfrutar de un proyecto y a trabajar en grupo a la vez que la importancia de la comunicación entre subgrupos para que el proyecto común funcione" (EET4, l. 9-10).

Por otra parte, destacan algunas dificultades encontradas, como el depender del trabajo de otros subgrupos, del envío de materiales, del cumplimiento de plazos y en el intercambio de información. Ejemplo de ello, son estas citas:

"Dificultad sería, por ejemplo, que no todos los miembros del grupo trabajan por igual y que nosotros no tenemos ningún tipo de poder sobre las empresas para tener nuestras partes a tiempo" (EET2, l. 36-38).

"Cada miembro tiene una parte que se le da mejor y si eso no se sabe desde el principio puede costar tiempo descubrirlo y afecta la eficacia y organización del grupo" (EET5, l.32-33).

En definitiva, se valora este enfoque como potenciador del trabajo cooperativo, de la igualdad de género y de la valoración de los miembros del equipo por sus posibilidades de enriquecimiento al proyecto final y además por la aportación de todos a la resolución del problema planteado. De ahí que se concluya que el todo es más que la suma de sus partes y que en la diversidad está el valor de los ciudadanos del mañana.

REFERENCIAS

Angrosino, M. (2012). *Etnografía y observación participante en investigación Cualitativa*. Madrid: Morata.
European Union (2016). *Strategic engagement to gender equality 2016-2019*. Luxemburgo. Publications Office the European Union.
García, J. D. Pérez, J. (2018). Aprendizaje basado en proyectos: método para el diseño de actividades. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, 10, 37-63.
Gibbs, G. (2012). *El análisis de datos cualitativos en investigación Cualitativa*. Madrid: Morata.
Mayorga, M.J. (2004). La entrevista cualitativa como técnica de la evaluación de la docencia universitaria. *RELIEVE*, *10*(1), 23-39.



Estudi de la llei exponencial de càrrega i descàrrega d'un condensador

Diego Navarro Sanz
dnavarro@armell.com
IES La Vereda, La Pobla de Vallbona (València)

Modalitat: Pòster.
Nivell educatiu: Batxillerat, CCFF.

Resum

En aquest pòster es descriu una pràctica on s'utilitzen els avantatges que ofereixen els sensors de mesura, per una banda, i el registre regular en el temps de les dades obtingudes, per altra banda, per a mostrar la llei exponencial que segueix la càrrega i descàrrega d'un condensador.
La metodologia utilitzada es basa en l'ús d'una placa Arduino per mesurar la diferència de potencial entre els extrems d'un condensador i la intensitat de corrent elèctric que circula pel corresponent circuit RC. Aquesta metodologia suposa una millora substancial respecte del mètode tradicional que ha vingut utilitzant un voltímetre i un cronòmetre, un procediment tediós i propens a errors humans.
Les dades obtingudes es recullen mitjançant un script de Python i són analitzades amb Graph. Les dades d'intensitat de corrent i diferència de potencial, tant durant el procés de càrrega del condensador com de descàrrega, s'ajusten a les corresponents lleis exponencials amb un coeficient de correlació igual a la unitat. També s'observa que les dades experimentals coincideixen molt bé amb la corba corresponent a la llei teòrica. Finalment, el valor de la constant de temps obtingut a partir de l'ajust de les dades coincideix dins d'un error relatiu del 2,6% amb l'obtingut a partir de la mesura directa amb un polímetre dels valors de la resistència i capacitat del circuit RC.

Paraules clau: EXAO, Arduino, Electricitat, Indagació, Innovació.

1. Introducció

En aquesta pràctica s'utilitzen els avantatges que ofereixen els sensor de mesura, per una banda, i el registre regular en el temps de les dades obtingudes, per altra banda, per a mostrar la llei exponencial que segueix la càrrega i descàrrega d'un condensador.

El fet que es puga mesurar de forma simultània diferents paràmetres, com ara són la intensitat de corrent elèctric i la diferència de potencial elèctric entre els



extrems d'un condensador, ens permet representar de forma gràfica l'evolució d'aquests paràmetres en funció del temps i estudiar a quin tipus de corba s'ajusten les dades obtingudes. La metodologia utilitzada suposa una millora substancial respecte del mètode tradicional que ha vingut utilitzant un voltímetre i un cronòmetre, un procediment tediós i propens a errors humans.

El disseny experimental per efectuar l'estudi de la càrrega i descàrrega d'un condensador és molt senzill i, a més a més, de molt baix cost si utilitzem el microcontrolador Arduino per mesurar els esmentats paràmetres.

En aquesta pràctica es treballen diferents aspectes STEM, com ara són física, enginyeria electrònica, programació i matemàtiques.

L'activitat està dirigida a alumnes de Física de 2n de Batxillerat o de Tecnologia.

2. Objectius

(a) Efectuar una investigació del comportament d'un circuit RC quan se'l subministra una força electromotriu i quan cessa la força electromotriu.

(b) Estudiar la variació en el temps de la diferència de potencial entre els extrems d'un condensador quan està en procés de càrrega i descàrrega.

(c) Estudiar la variació de la intensitat que travessa un circuit RC quan es carrega i es descarrega el condensador.

(d) Deduir la llei que segueix la càrrega i descàrrega d'un condensador i comprovar experimental la llei exponencial que es pot deduir teòricament.

(e) Mostrar la utilitat d'Arduino i d'altre material electrònic de baix cost com a alternativa a altre material comercial de laboratori més car.

(f) Desenvolupar en els estudiants altres competències STEM, com ara són l'electrònica subjacent i la programació.

3. Hipòtesi

El circuit RC, un circuit amb una resistència i un condensador connectats en sèrie a una diferència de potencial V és un dels circuits més simples, però que presenta un comportament un poc més complex que el que té només una resistència.



El corrent elèctric no pot travessar un condensador, però, mentre està en procés de càrrega, és a dir, mentre una de les seues plaques està acumulant electrons i l'altra expulsant electrons per tal de carregar-se positivament, al circuit s'està produint un corrent elèctric. Aquest corrent, que no és constant, sinó que disminueix amb el tems a mesura que el condensador va carregant-se, cessa finalment quan el condensador està completament carregat i no admet més càrrega.

De la mateixa manera, si tanquem un circuit al voltant dels dos extrems d'un condensador, es produirà un corrent elèctric, aquesta vegada en sentit oposat a l'anterior, fins que el condensador es quede completament descarregat.

Durant aquests processos, la càrrega del condensador en funció del temps ve donada per les següents expressions:

Procés de càrrega: $$Q(t)=Q_f\left(1-e^{\frac{-t-t_0}{RC}}\right)$$

Procés de descàrrega: $$Q(t)=Q_i e^{\frac{-t-t_0}{RC}}$$

On t_0 és l'instant de temps en el que s'inicia la càrrega o descàrrega, respectivament, del condensador, Q_f la càrrega final del condensador que es carrega, Q_i la càrrega inicial del condensador que es descarrega, i $\tau=RC$ el temps característic: temps que tarda el condensador en incrementar o disminuir la seua càrrega en un factor $e^{-1}=0{,}37$, o, vist d'altra manera, el temps que tardaria el condensador en carregar-se o descarregar-se completament si ho fera a un ritme constant (vore les figures de més avall).

Donat que en aquesta pràctica anem a mesurar la diferència de potencial V entre els extrems del condensador, les equacions anterior es poden transformar, donat que Q=CV, en les següents:

Procés de càrrega: $$V(t)=V_0\left(1-e^{\frac{-t-t_0}{RC}}\right)$$

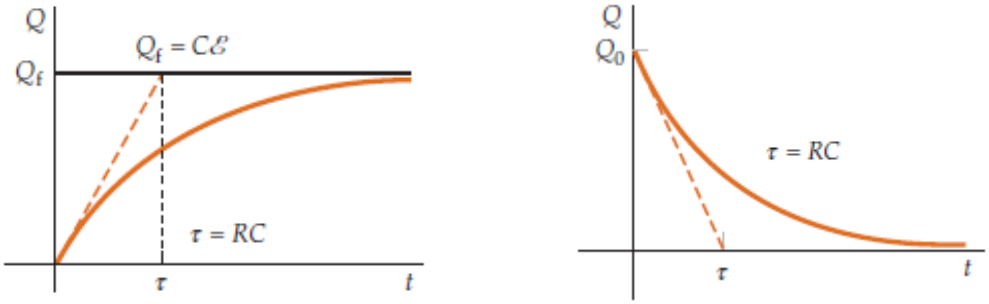
Procés de descàrrega: $$V(t)=V_0 e^{\frac{-t-t_0}{RC}}$$

On V_0 és la diferència de potencial subministrada al circuit de la pràctica. Cal fer notar que, tant la càrrega o diferència de potencial final del condensador en



càrrega com la càrrega o diferència de potencial inicial de condensador en descàrrega són iguals perquè en la pràctica carregarem primer el condensador sota la tensió V_0 subministrada i, a continuació, el descarregarem.

Així, observem que, tant el procés de càrrega com de descàrrega d'un condensador segueix una llei exponencial, tal i com es mostra en la figura següent:



Imatge1. Procés de càrrega (esquerra) i descàrrega (dreta) d'un condensador.

Aquestes són, aleshores, les corbes que esperem obtindre en l'experiència.

Per altra banda, l'ajust de les corbes ens permetrà també obtindre un valor per al temps característic $\tau = RC$ del circuit RC.

4. Realització de la pràctica

4.1 Material

El material necessari pel desenvolupament de la pràctica és el següent:

- Placa Arduino
- Resistència de 10 MΩ
- Condensador ceràmic de 2 μF
- Interruptor SPDT
- Protoboard i cables de connexió
- Multímetre

4.2 Mesures dels valors de la resistència i condensador utilitzats

Encara que als components utilitzats (resistència i condensador) ve indicat el seu valor, aquest està situat dins de certa tolerància, degut a la seua manufactura en sèrie, i convé mesurar el seu valor amb un multímetre, tal i com s'indica en les figures següents:



Imatge 2. Mesura del valor de la resistència (esquerra) i del condensador (dreta).

Els valors obtinguts per a la resistència i el condensador són R=(10,21±0,01)MΩ i C=(1,66±0,01)μF respectivament.

El valor de la resistència s'utilitza en el programa d'Arduino per calcular la intensitat de corrent elèctric.

A més a més, aquests valors de la resistència i la capacitat ens donen un valor per al temps característic $\tau = RC$ de $RC = 16{,}95 \pm 0{,}12\, s$. Aquest valor es tornarà a calcular a partir l'anàlisi de les dades experimentals en la secció 4.6.

El valor obtingut del temps característic ens permet també estimar el temps que tardarà en carregar-se o descarregar-se el condensador (veure secció 4.4).

4.3. Sensibilitat de les entrades analògic-digitals d'Arduino i error absolut de les mesures

En aquest apartat es calcula l'error absolut de les mesures obtingudes amb les entrades analògica-digital de la placa d'Arduino. La sensibilitat d'aquestes entrades, és a dir, el mínim valor del voltatge que poden mesurar, ve donada per la següent expressió:

$$\Delta V = \frac{5}{1023} = 4{,}883\, mV = 0{,}004883\, V$$

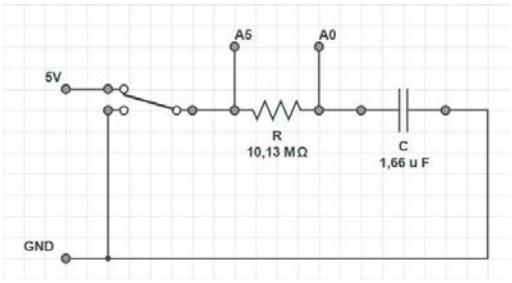
Pel que respecta a la intensitat, el mínim valor que es pot mesurar és:

$$\Delta I = \frac{0{,}004883}{10{,}21} = 0{,}000478\, \mu A.$$

Aquests valors són importants per a discussions posteriors referides a la duració de l'experiment (secció 4.4) o com a indicador per determinar quan finalitza el procés de càrrega o descàrrega (secció 4.5).

4.4 Disseny experimental

La investigació es realitzarà sobre un circuit RC com el que s'indica en la figura següent:



Imatge 3. Esquema del circuit RC emprat.

Els valors de la resistència i el condensador son el mesurats amb el multímetre en l'exemple utilitzat per a realitzar aquesta memòria. Els valors de referència haurien de ser els indicats en la secció 4.1 "Material", de manera que la intensitat que circule pel circuit siga de l'ordre dels microampers, tot minimitzant el calfament de la resistència per efecte Joule. De tota manera, s'haurà de mesurar el valor exacte amb un multímetre com s'indica a la secció 4.2.

En el cas de l'exemple, la intensitat màxima de corrent que podria circular pel circuit és:

$$I_{màx} = \frac{V_{màx}}{R} = \frac{5\,V}{10{,}13\,M\,\Omega} = 0{,}4936\,\mu A$$

Situació que es dóna quan el condensador està completament descarregat. Així, la intensitat de corrent que circularà pel circuit variarà entre aquest valor i 0, quan el condensador estiga completament carregat i no admeta més càrrega.

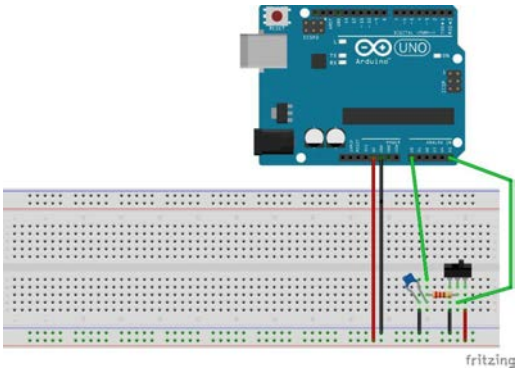
El voltatge vindrà subministrat per la placa d'Arduino, concretament els pins de 5V i GND. La diferència de potencial entre els extrems del condensador es mesurarà mitjançant el pin A0 i la diferència de potencial entre els extrems de la resistència mitjançant la diferència entre les mesures dels pins A5 i A0, és a dir $A5 - A0$. Aquesta última mesura ens servirà per obtindre el valor de la intensitat de corrent elèctric que circula pel circuit:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{A5 - A0}{10{,}13} \cdot \frac{5}{1023}\,\mu A$$



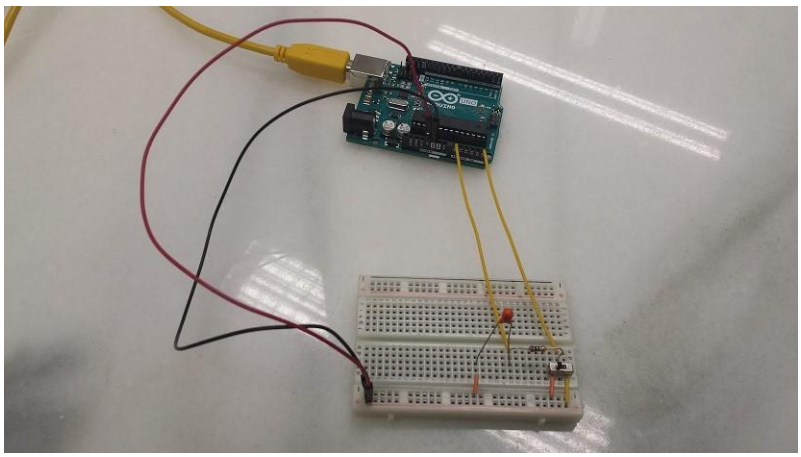
D’aquesta manera podrem mesurar de forma simultània la diferència de potencial entre els extrems del condensador i la intensitat del circuit RC.

En la figura següent es mostra un esquema de com quedaria el muntatge experimental:



Imatge 4. Esquema del muntatge experimental.

I en la figura següent el muntatge amb el que s’ha realitat la pràctica descrita en aquesta memòria.



Imatge 5. Muntatge experimental.

Com ja hem esmentat a la secció 4.2, el valor obtingut per a la constant $\tau = RC$, temps que tarda el condensador incrementar o disminuir la seua càrrega en un factor $e^{-1} = 0{,}37$, ens permet estimar la duració de l’experiment.

A la secció 4.3 hem vist que la sensibilitat de la mesura dels ports analògic-digitals d’Arduino és de 0,004883 V. Això vol dir que, encara que les equacions de càrrega i descàrrega d’un condensador mostrades en la secció 3 indiquen que els processos requereixen d’un temps infinit per a completar-se, en la pràctica podrem considerar que el condensador està completament carregat o

descarregat quan les mesures arriben fins un valor menor que el que dóna l'aparell de mesura, que és de 0,004883 V. Agafem la dècima part d'aquest valor per anar folgats de temps, és a dir 0,0004883 V.

Així, després d'n vegades, el temps característic $\tau = RC = 16{,}95\,s$, tindrem que, en el cas de descàrrega, per exemple, $V = e^{-n} V_0$. És a dir, $0{,}004883 = 5\,e^{-n}$, d'on obtenim que $n = -\ln \frac{0{,}0004883}{5} = 9{,}23$. Conseqüentment, el temps de descàrrega és $t \approx n\tau = 157\,s$.

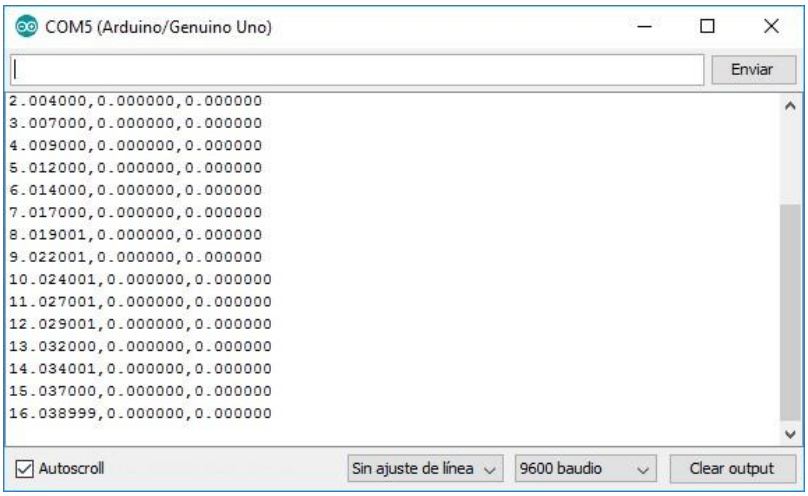
Tenint en compte que en la mateixa experiència carregarem i descarregarem el condensador, i transcorrerà un temps entre que accionem l'interruptor, estimem un temps de 350 s per a la duració de l'experiència, i eixe és el valor que indicarem en el programa de Python.

4.5 Realització de l'experiment

Una vegada muntat el dispositiu experimental segons les indicacions donades en la secció 4.4 "Disseny experimental", carreguem el programa d'Arduino (Annex 7.1) en la placa y obrim el programa de Python.

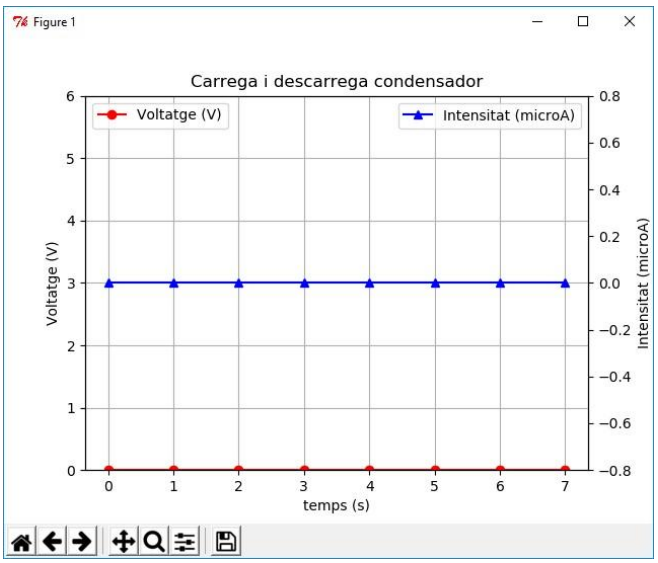
Hem d'assegurar-nos que el condensador està completament descarregat i l'interruptor SPDT està en la posició connectada a terra (GND). Tindre el circuit RC amb aquesta configuració durant un temps assegura que el condensador estiga descarregat. Podem comprovar-ho prèviament mitjançant el monitor sèrie d'Arduino, que ha demostrar valors nuls de les mesures de voltatge i intensitat.





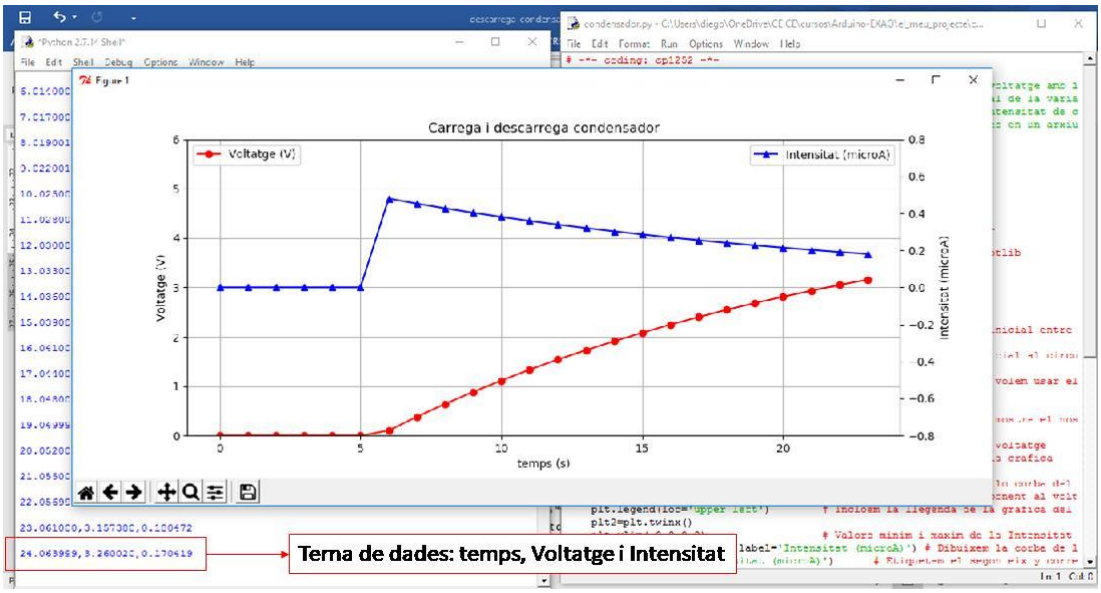
Imatge 6. Dades recollides per Arduino vistes al monitor sèrie.

Després de la comprovació podem començar l'experiència. Iniciem el programa de Python i comprovem que les primeres dades que mostra la gràfica corresponen a valors nuls de voltatge i intensitat.



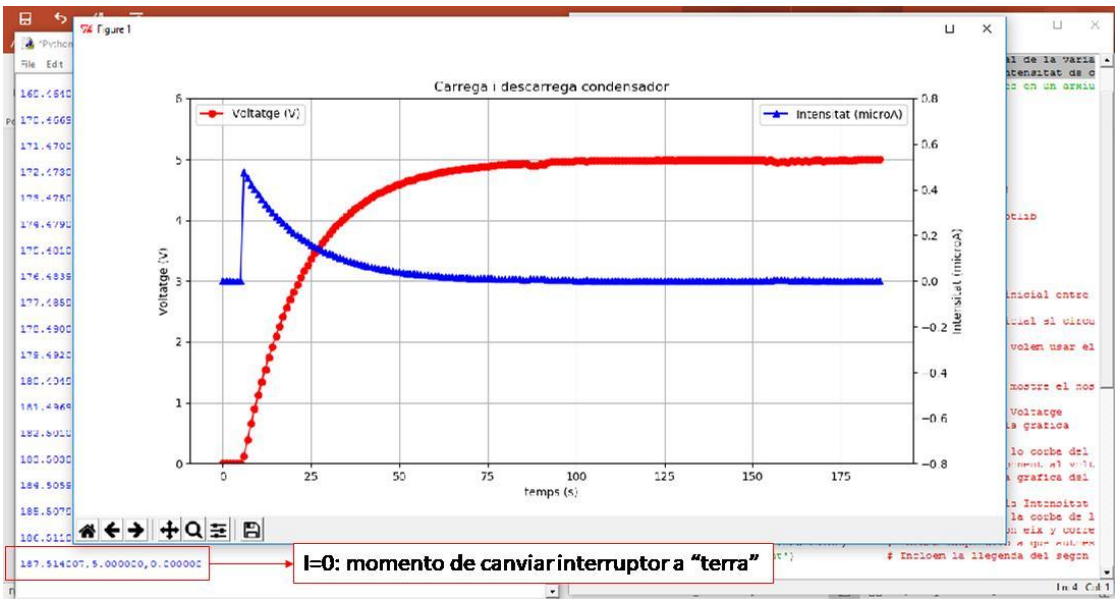
Imatge 7. Dades recollides visualitzades amb l'script de Python

A continuació, canviem la posició de l'interruptor a la que obri el circuit a la tensió de 5V de la placa d'Arduino. El condensador comença a carregar-se i la diferència de potencial entre els seus extrems comença a augmentar, mentre que la intensitat comença amb un pic d'intensitat màxima i, a partir d'ahí, comença a disminuir.



Imatge 8. Visualització de les dades de voltatge i intensitat amb Python.

Al mateix temps que Python va construint la gràfica amb les dades del voltatge i intensitat de corrent, la IDLE de Python va mostrant la terna de dades (temps, voltatge, intensitat). Açò ens va a ser d'utilitat per a determinar quan hem de tornar l'interruptor a la posició terra (GND) per a que comence la descàrrega del condensador. Aquest moment vindrà indicat quan la intensitat siga nul·la.

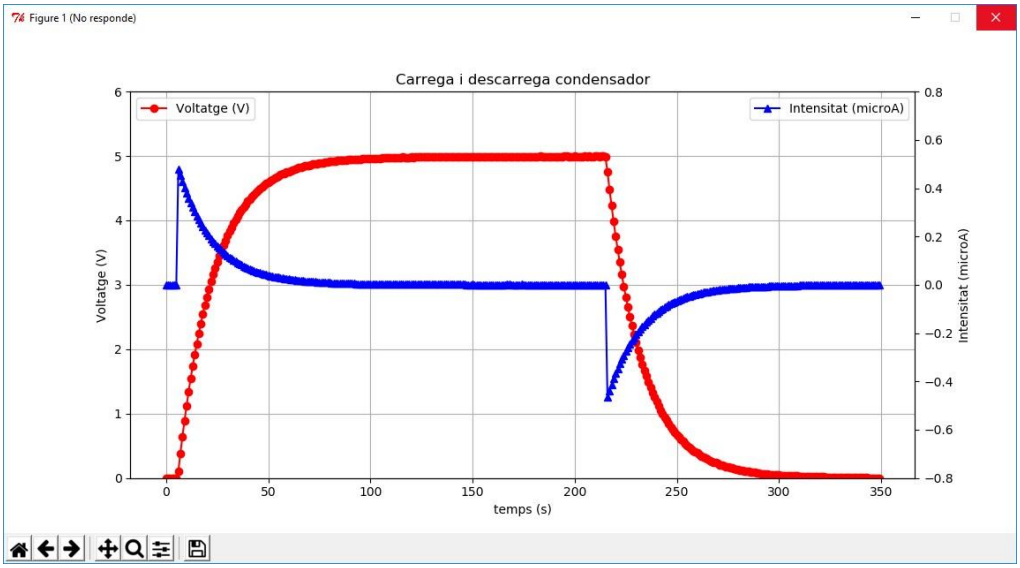


Imatge 9. Procés de càrrega del condensador completat.

Una vegada hem tornat l'interruptor a la posició "terra", el condensador comença a descarregar-se. Ho podem comprovar en la gràfica observant com

la diferència de potencial entre els extrems del condensador comença a disminuir i com la intensitat comença amb un pic negatiu i augmenta cap a cero. La intensitat es negativa perquè el sentit del corrent durant la descàrrega es oposat a l'anterior.

De la mateixa manera que durant el procés de càrrega, la fi del procés de descàrrega vindrà indicat quan observem a la terna de dades que va mostrant la IDLE de Python que el voltatge arriba fins a cero. En qualsevol cas, esperarem a que el programa de Python finalitze. El resultat mostrat en la gràfica construïda per Python és:



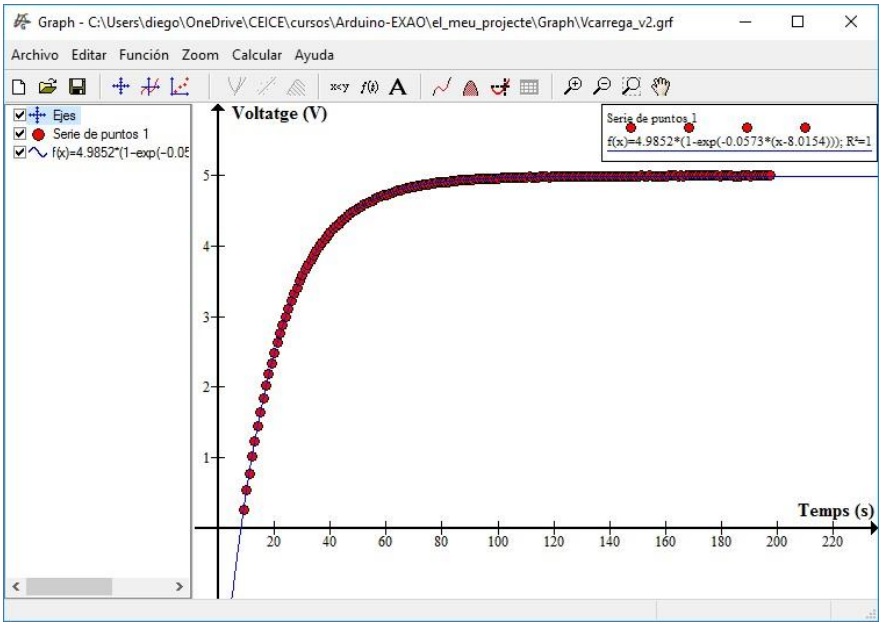
Imatge 10. Procés de descàrrega del condensador completat.

4.6 Anàlisi dels resultats

L'anàlisi de dades s'ha efectuat mitjançant el programa gratuït Graph (https://www.padowan.dk/download/). Les dades experimentals obtingudes per la placa d'Arduino i guardades en un arxiu "txt" pel programa de Python s'han importat a Excel. A l'Excel s'han identificat les dades corresponents a la càrrega i descàrrega del condensador, s'han copiat les que corresponen al temps i al voltatge per separat (càrrega i descàrrega), i pegat a la pantalla d'introducció de dades de Graph per analitzar cada cas per separat. L'ajust de les dades s'ha realitzat mitjançant una línia de tendència definida per l'usuari.

El procés de càrrega s'ha modelitzat amb una funció de la forma $V = V_0 \cdot \left(1 - e^{-k \cdot (t - t_0)}\right)$, mentre que el procés de descàrrega amb una funció de la forma $V = V_0 e^{-k(t - t_0)}$, on t_0 és l'instant de temps inicial en el que comença el procés de càrrega o descàrrega, V_0 la diferència de potencial màxima entre els extrems del condensador quan està completament carregat, i els resultats obtinguts són els següents:

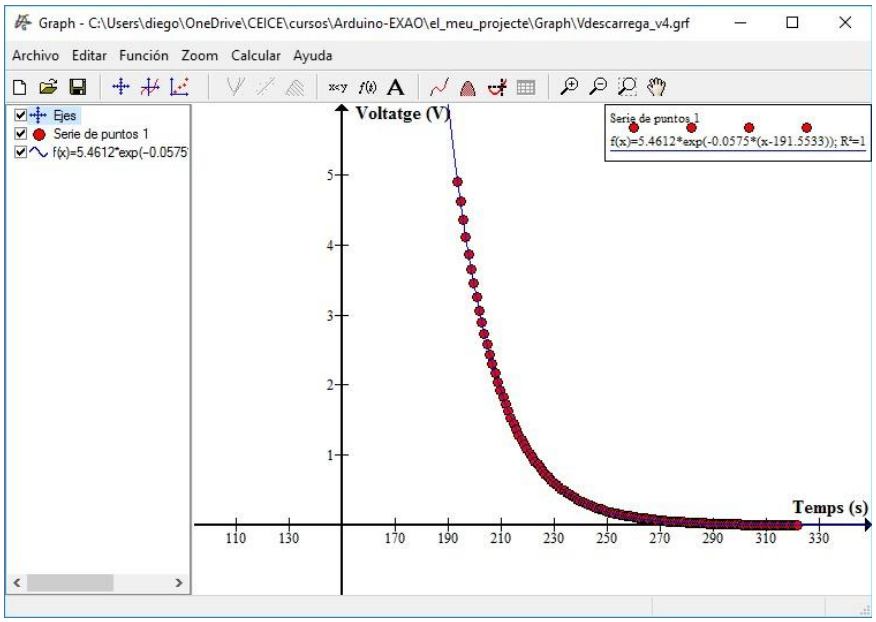
4.6.1 Procés de càrrega del condensador



Imatge 11. Ajust de les dades experimentals del voltatge durant el procés de càrrega del condensador.

L'ajust de les dades és molt bo, amb un coeficient de correlació $R^2 = 1$. L'ajust dóna un valor de que equival a un valor $RC = 17{,}45\,s$.

4.6.2 Procés de descàrrega del condensador



Imatge 12. Ajust de les dades experimentals del voltatge durant el procés de descàrrega del condensador.

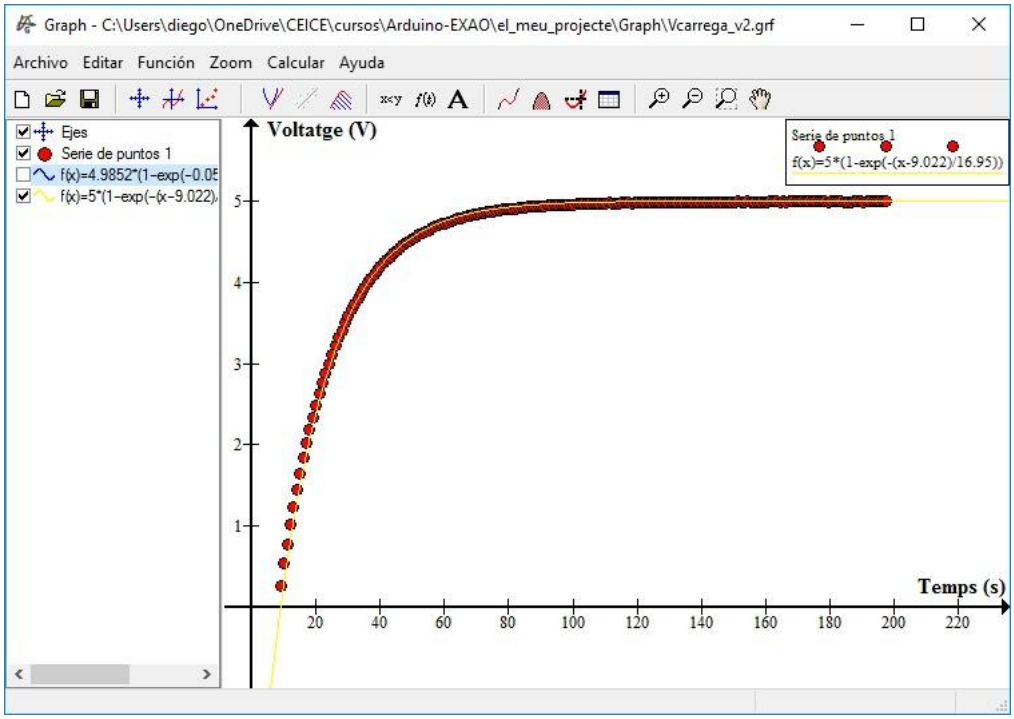
L'ajust de les dades també és molt bo, amb un coeficient de correlació $R^2=1$. L'ajust dóna un valor de $k=0{,}0575\,s^{-1}$ que equival a un valor $RC=17{,}39\,s$.

Els valors de RC obtinguts concorden prou bé amb el valor obtingut en la secció 4.2 a partir de la mesura directa dels valor de la resistència i la capacitat del condensador utilitzat en l'experiment $RC=16{,}95\pm0{,}12\,s$.

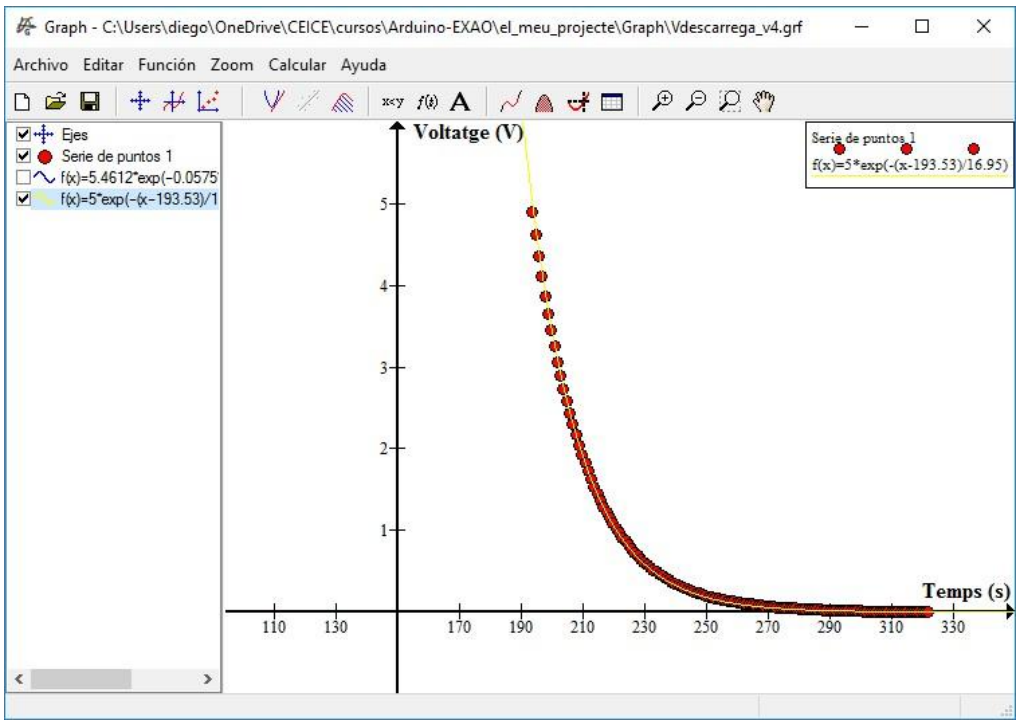
Encara així, s'observa certa discrepància fora dels intervals d'error. L'error relatiu comés al procés de càrrega és del 2,9 %, mentre que al procés de descàrrega del 2,6 %. A aquest error poden contribuir diverses causes: la resolució limitada de les entrades analògic-digitals d'Arduino, i la impedància pròpia tant de l'alimentació de 5V de la placa d'Arduino com de les esmentades entrades analògic-digitals. En aquest últim cas, una xicoteta corrent de fuga fa que el condensador es descarregue fins i tot amb independència del circuit RC utilitzat.

En qualsevol cas, la dependència exponencial, que correspon a la llei exponencial de càrrega i descàrrega d'un condensador, obtinguda és molt bona.

Per finalitzar aquesta secció d'anàlisi, es mostren a continuació unes gràfiques comparatives de les dades experimentals i la llei teòrica.



Imatge 13. Comparació de les dades experimentals durant el procés de càrrega amb la corba teòrica.



Imatge 14. Comparació de les dades experimentals durant el procés de descàrrega amb la corba teòrica.



5. Conclusió

En aquesta memòria s'ha descrit la realització d'una pràctica de física mitjançant la utilització de la placa i microcontrolador d'Arduino. En concret s'ha efectuat un estudi de la llei exponencial de càrrega i descàrrega d'un condensador en un circuit RC. En aquest circuit, un dels extrems del condensador està connectat a terra, mentre que l'altre, a través d'una resistència, bé a una fem continua de 5V o bé a terra.

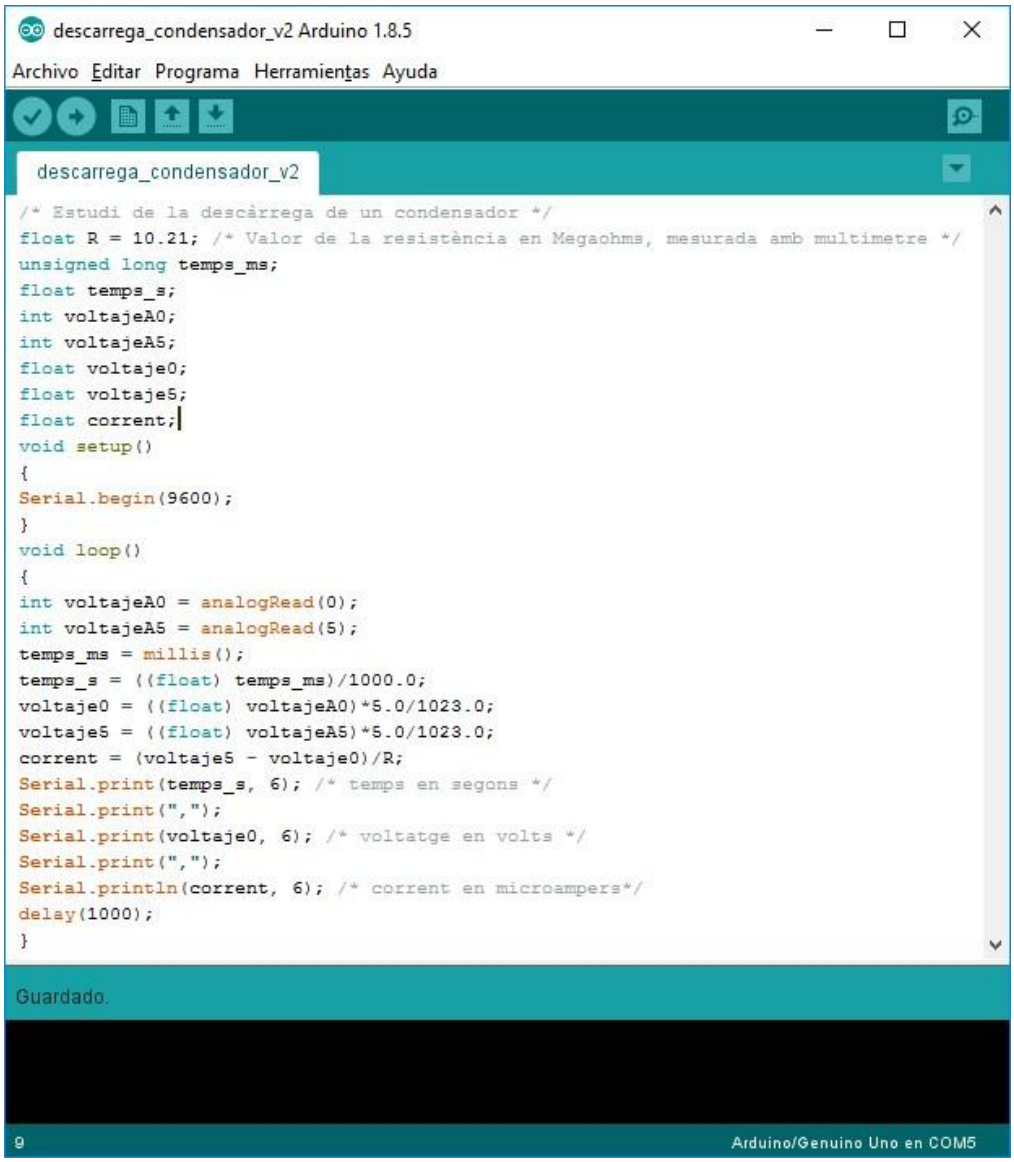
La pràctica pot ser utilitzada com una activitat d'ampliació i aprofundiment en les assignatures de física de 2^n de batxillerat o de tecnologia, i pot ser plantejada com una activitat d'investigació i indagació. Després d'haver explicat als alumnes què és un condensador, es pot plantejar quin comportament tindria quan s'aplica una diferència de potencial entre els seus extrems. Es carrega si, però de quina forma: a una taxa constant?, variable? Si és variable, quina dependència tindria amb el temps? Després de plantejar les diferents hipòtesis es procediria a realitzar l'experiment. La forma de les corbes dibuixades pel programa de Python ja ens donaria una pista sobre quin tipus de funció es tracta. Sembla ser una funció exponencial. Doncs bé, anem a provar l'ajust. A partir de les dades bolcades al fitxer txt, i posteriorment a una fulla de càlcul, procediríem a analitzar-les amb el programa Graph. Podríem comprovar també l'alta qualitat de l'ajust: hem donat en el clau! Finalment, explicaríem la llei teòrica, fins i tot podríem deduir-la, al menys als alumnes de 2^n de batxillerat, doncs implica una integració logarítmica molt senzilla i estudiada en la assignatura de matemàtiques.

La pràctica utilitza material de baix cost, com ara una placa d'Arduino Uno, una protoboard, una resistència i un condensador ceràmic, demostrant la utilitat d'aquest tipus de material com una alternativa a material comercial més car. A més a més, la utilització de aquest tipus de microcontroladors permet la integració de diverses àrees STEM, com ara són la física, enginyeria electrònica, programació i matemàtiques. I no sols això, sinó que mostra el potencial de la tecnologia d'Arduino per a l'ensenyança de la física.



6. Annexes

6.1 Script d'Arduino



6.2 Script de Python

condensador.py - C:\Users\diego\OneDrive\CEICE\cursos\Arduino-EXAO\el_meu_projecte\condensador.py (2.7.14)

File Edit Format Run Options Window Help

```
# -*- coding: cp1252 -*-
"""
Programa per obtenir les dades d'intensitat de corrent elèctric i voltatge amb la placa
Arduino. L'objectiu d'aquest programa és fer un gràfic en temps real de la variació de la
diferència de potencial entre els extrems d'un condensdador i la intensitat de corrent
elèctric del circuit corresponent en funció del temps, i guardar-les en un arxiu.

@author: Diego Navarro Sanz
@email: dnavarro@armell.com

AQUEST PROGRAMA ES DISTRIBUIX AMB LLICENCIA CC BY-NC-SA (2018)
"""

import serial                           # importem llibreria Serial
import numpy as np                      # importem llibreria numpy
import matplotlib.pyplot as plt         # importem llibreria matplotlib
from drawnow import *

tempsC = []
temps = 0.
volC = []
vol = 0.                                # Diferència de potencial inicial entre el extrems del condensador: 0 V.
intC = []
intensitat = 0.                         # Intensitat de corrent inicial al circuit: 0 A
arduinoData = serial.Serial('com5', 9600)
plt.ion()                               # Li diem a matplotlib que volem usar el mode de dades reals
cnt = 0
```

Ln: 51 Col: 46

condensador.py - C:\Users\diego\OneDrive\CEICE\cursos\Arduino-EXAO\el_meu_projecte\condensador.py (2.7.14)

File Edit Format Run Options Window Help

```
def makeFig():                          # Construim una funcio que mostre el nostre dibuix
    plt.xlabel('temps (s)')
    plt.ylim(0,6)                       # Valors minim i maxim del Voltatge
    plt.title('Carrega i descarrega condensador')       #Titol de la grafica
    plt.grid(True)                      # Afegim la xarxa
    plt.plot(volC, 'ro-', label='Voltatge (V)')         # Dibuixem lo corba del voltatge en funció del temps
    plt.ylabel('Voltatge (V)')          # Etiquetem l'eix y corresponent al voltatge
    plt.legend(loc='upper left')        # Incloem la llegenda de la grafica del primer eix
    plt2=plt.twinx()
    plt.ylim(-0.8,0.8)                  # Valors minim i maxim de la Intensitat de corrent elèctric
    plt2.plot(intC, 'b^-', label='Intensitat (microA)') # Dibuixem la corba de la intensitat en duncio del temps
    plt2.set_ylabel('Intensitat (microA)')      # Etiquetem el segon eix y corresponent a la intensitat
    plt2.ticklabel_format(useOffset=False)      # Forcem matplotlib a que autoescale l'eix y
    plt2.legend(loc='upper right')              # Incloem la llegenda del segon eix


while (cnt < 350):                      # Durada en segons de l'experiment de carrega i descarrega del cirucit
    while(arduinoData.inWaiting() == 0):    # Esperem fins que hi tenim dades de l'arduino
        pass                            # No fem res
    arduinoString = arduinoData.readline()  # Llegim la variable en format de text
    print arduinoString                 # Mostrem en la shell de Python les dades per controlar la conexio del
                                        # circuit a 5V i a terra
    dataArray = arduinoString.split(',')    # Passem la terna de dades del string a un vector
    temps = float(dataArray[0])         # Llegim la primera component del vector i la convertim a nombre flotant
    vol = float(dataArray[1])           # Llegim la segona component del vector i la convertim a nombre flotant
    intensitat = float(dataArray[2])    # Llegim la tercera component del vector i la convertim a nombre flotant
    tempsC.append(temps)                # Afegim les dades del temps a l'array
    volC.append(vol)                    # Afegim les dades del voltatge a l'array
    intC.append(intensitat)             # Afegim les dades de la intensitat a l'array
    drawnow(makeFig)                    # Cridem a drawnow per refrescar el grafic a temps real.
    plt.pause(.000001)
    cnt=cnt+1

np.savetxt('condensador_v4.txt',np.column_stack([tempsC,volC,intC]),fmt='%3.5f') # Guardem les dades a l'arxiu .txt

arduinoData.close()                     # Tanquem la conexio serie amb Arduino

print('Finalitzat')                     # Mostren en la shell de Python que el programa ha acabat
```

Ln: 29 Col: 19



Referències

[1] Galeriu, C. *et al*. (2015). An Arduino Investigation of the RC Circuit. The Physics Teacher, 53, 285-288.

[2] Galindo, A. *et al*. (1998). Física 2º bachillerato. Editorial McGrawHill.

[3] Tipler, P. A. y Mosca, G. (2010). Física para la ciencia y la tecnología, Vol. 2, Electricidad y magnetisno, 6ª edición. Editorial Reverté.

[4] Bouquet, F. y Bobroff, J. (2016). Project-based physics labs using low-cost open-source hardware. American Journal of Physics 85, 216-222.

[5] Banzi, M. y Shiloh, M. (2015). Introducción a Arduino. Editorial Anaya.

[6] Lutz, L. (2018). Python: Guía paso a paso para aprender programación Python. Editorial Createspace.



Estudi de la llei exponencial de càrrega i descàrrega d'un condensador amb Arduino

Diego Navarro Sanz, dnavarro@ieslavereda.es

INTRODUCCIÓ

En aquesta pràctica s'utilitzen els avantatges que ofereixen els sensor de mesura, per una banda, i el registre regular en el temps de les dades obtingudes, per altra banda, per a mostrar la llei exponencial que segueix la càrrega i descàrrega d'un condensador.

El fet que es puga mesurar de forma simultània diferents paràmetres, com ara són la intensitat de corrent elèctric i la diferència de potencial elèctric entre els extrems d'un condensador, ens permet representar de forma gràfica l'evolució d'aquestos paràmetres en funció del temps i estudiar a quin tipus de corba s'ajusten les dades obtingudes. La metodologia utilitzada suposa una millora substancial respecte del mètode tradicional que ha vingut utilitzant un voltímetre i un cronòmetre, un procediment tediós i propens a errors humans.

OBJECTIUS

- Efectuar una investigació del comportament d'un circuit RC quan se'l subministra una força electromotriu, i quan cessa la força electromotriu.
- Estudiar la variació en el temps de la diferència de potencial entre els extrems d'un condensador quan està en procés de càrrega i descàrrega.
- Estudiar la variació de la intensitat que travessa un circuit RC quan es carrega i es descarrega el condensador.
- Deduir la llei que segueix la càrrega i descàrrega d'un condensador i comprovar experimental la llei exponencial dedulda teòricament.
- Mostrar la utilitat d'Arduino i d'altre material electrònic de baix cost com a alternativa a altre material comercial de laboratori més car.
- Desenvolupar en els estudiants altres competències STEM, com ara són l'electrònica subjacent i la programació.

MATERIAL

- Placa Arduino.
- Resistència de 10 MΩ.
- Condensador ceràmic de 2 µF.
- Interruptor SPDT.
- Protoboard i cables de connexió.
- Multímetre.
- Python: https://www.python.org/
- Graph: https://www.padowan.dk/





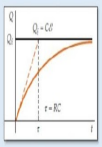


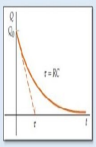
DESCRIPCIÓ DEL FENOMEN

El circuit RC és un dels circuits més simples, però que presenta un comportament un poc més complex que el que té només una resistència.

El corrent elèctric no pot travessar un condensador, però, mentre està en procés de càrrega, és a dir, mentre una de les seues plaques està acumulant electrons i l'altra expulsant electrons per tal de carregar-se positivament, al circuit s'està produint un corrent elèctric. Aquest corrent, que no és constant, sinó que disminueix amb el tems a mesura que el condensador va carregant-se, cessa finalment quan el condensador està completament carregat i no admet més càrrega.

De la mateixa manera, si tanquem un circuit al voltant dels dos extrems d'un condensador, es produirà un corrent elèctric, aquesta vegada en sentit oposat a l'anterior, fins que el condensador es quede completament descarregat. Durant aquestos processos, la càrrega (i tanmateix la diferència de potencial V entre les plaques del condensador en funció del temps) ve donada per les següents expressions:

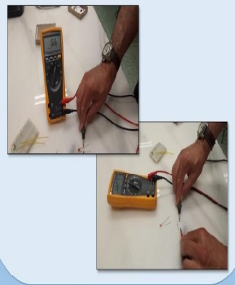




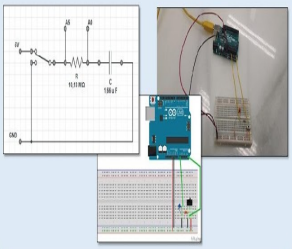
MESURA DELS VALORS DE R i C

Encara que en els components utilitzats (resistència i condensador) ve indicat el seu valor, aquest està situat dins de certa tolerància, degut a la seua manufactura en série, i convé mesurar el seu valor amb un multímetre, tal i com s'indica en les figures següents.

Els valors obtinguts per a la resistència i el condensador són $R = 10{,}21 \pm 0{,}01\ M\Omega$ i $C = 1{,}66 \pm 0{,}01\ \mu F$, respectivament. El que dona un valor per a la constant de temps de $\tau = RC = 16{,}95 \pm 0{,}12\ s$



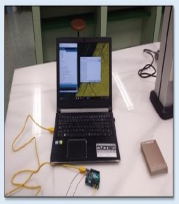
DISSENY EXPERIMENTAL

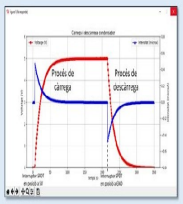


CONCLUSIONS

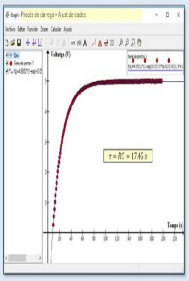
L'ajust de les dades és molt bo, amb un coeficient de correlació $R^2 = 1$. Encara així, s'observa certa discrepància fora dels intervals d'error. L'error relatiu comés al procés de càrrega és del 2,9 %, metre que al procés de descàrrega del 2,6 %. A aquest error poden contribuir diverses causes: la resolució limitada de les entrades analògic-digitals d'Arduino, i la impedància pròpia tant de l'alimentació de 5V de la placa d'Arduino com de les esmentades entrades analògic-digitals.

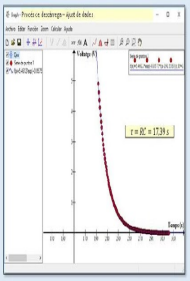
PRESSA DE DADES AMB ADRUINO I PYTHON

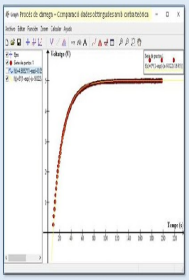


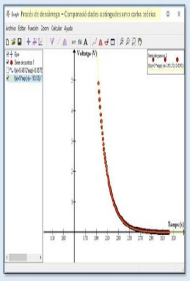


ANÀLISI DE RESULTATS AMB GRAPH









La diversitat de gènere a les disciplines CTEM: experiència de la ETSE-UV

Silvia Rueda[1], Carmen Botella[1], Emilia López-Iñesta[2], Paula Marzal[3]

silvia.rueda@uv.es, carmen.botella@uv.es, emilia.lopez@uv.es, paula.marzal@uv.es

Departament d'Informàtica, ETSE-UV, Universitat de València Estudi General[1], Departament de Didàctica de la Matemàtica, Universitat de València Estudi General[2], Departament d'Enginyeria Química, ETSE-UV, Universitat de València Estudi General[3]

Modalitat: Pòster.

Nivell educatiu: Internivell.

Resum

La diversitat de gènere a les disciplines denominades CTEM (Ciència, Tecnologia, Enginyeria i Matemàtiques) és un problema que abasta diversos factors, i que ha estat estudiat des de diversos fronts, tant el psicològic, com el social, com el tecnològic. Els estudis realitzats aquests últims anys indiquen que la proporció de dones que s'incorporen a aquests estudis o disciplines és molt inferior al 40% establert com el punt de paritat. A més a més, les dones que finalitzen els estudis i s'incorporen a l'entorn professional tenen més probabilitat d'abandonar, agafar excedències o passar a treballar a temps parcial. En aquesta contribució, presentem el programa que porta desenvolupant l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de la Universitat de València des de l'any 2011 amb l'objectiu de contribuir a la millora de la diversitat de gènere als seus estudis, mitjançant la difusió de l'aplicació social de les disciplines CTEM com a pilar fonamental. Aquest programa s'estructura al voltant de quatre accions principals: 1) proporcionar suport i ànim institucional, 2) augmentar la xarxa de suport a l'entorn professional, 3) promoure i donar suport a iniciatives de lideratge i per últim, 4) donar visibilitat a models de referència femenins. L'aplicació d'aquest programa ha aconseguit millorar, en part, el nombre d'estudiants matriculades a l'Escola, així com el nombre d'estudiants egressades, respecte als valor mitjans del conjunt d'Espanya.

Paraules clau: CTEM, Dones,TIC, Diversitat de gènere.

1. Introducció

Les dades mostren que la distribució de la presència de dones en les disciplines de Ciència, Tecnologia, Enginyeria i Matemàtiques (CTEM) no és uniforme a tots els camps i àrees de coneixement [9]. Per exemple, l'àrea de ciències de la salut mostra un augment del 10% des de 1987, mantenint-se la



proporció de dones al voltant del 70% en els últims anys [6]. Pel contrari, en l'àrea de Tecnologies de la Informació i la Comunicació (TIC), les dades mostren com la proporció continua baixant any rere any, quedant en un 12.06% per al curs acadèmic 2016-2017.

La situació no millora si ens centren en l'entorn laboral CTEM, on diversos estudis indiquen la major probabilitat que les dones abandonen, passen a temps parcial, o demanen una excedència [4]. Les diferències apareixen especialment en el moment en què les famílies tenen o adopten el primer xiquet. De fet, pràcticament la meitat de les mares i la quarta part dels pares deixen de treballar a temps complet a les disciplines CTEM segons un estudi longitudinal de 8 anys realitzat als Estats Units [2]. Les mesures de conciliació familiar i flexibilització es mostren per tant com un punt necessari a resoldre dins de les disciplines CTEM, on l'exigència i l'alt nivell de canvi, especialment al món tecnològic, penalitzen la carrera professional de les persones que s'acullen a baixes o a mesures de flexibilitat per cures (associades moltes vegades al denominat 'estigma de flexibilització').

L'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de la Universitat de València (ETSE-UV), com a institució d'ensenyament superior, pot contribuir a millorar el problema de la diversitat de gènere a les disciplines CTEM mitjançant la difusió de l'aplicabilitat social de les CTEM, treballant cap a l'augment d'estudiants matriculades i egressades als seus graus, màsters i doctorats, i mitjançant la difusió de models de referència femenins de proximitat. En aquest treball, presentem el programa que desenvolupa l'ETSE-UV des de l'any 2011 amb l'objectiu de millorar el problema de la diversitat de gènere, amb la finalitat de contribuir amb models de bones pràctiques i recomanacions per a altres institucions interessades en aquest problema. La secció 2 presenta els eixos fonamentals del programa, mentre que la secció 3 descriu breument les accions i activitats que es desenvolupen actualment dins del programa. La secció 4 mostra alguns resultats aconseguits respecte al nombre d'estudiants matriculades i egressades als Graus d'Informàtica i Multimèdia. Finalment, la secció 5 conclou el treball.



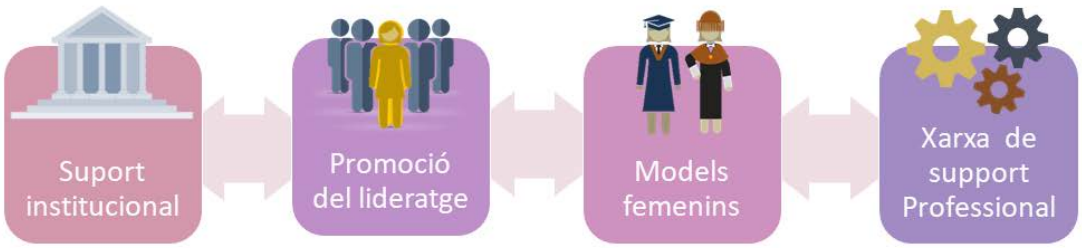
2. Programa: fomentat l'interés i l'aplicabilitat social

Les disciplines i estudis CTEM es perceben tradicionalment com a entorns fonamentalment masculinitzats, especialment aquelles que pertanyen a la branca de les TIC. Des del nostre punt de vista, una de les principals raons és la falta de visibilitat de dones que ja estan treballant en les CTEM, la qual cosa no incentiva al fet que s'unisquen noves dones, completant un cercle que a la llarga disminueix la presència femenina. A més, un factor important és la percepció que tenen les xiquetes i xiques de l'aplicació de les CTEM amb finalitats socials (el terme 'xiqueta' fa referència a escolars d'ensenyament primari, mentre que el terme 'xica' aplica a estudiants d'ensenyament secundari i posterior). La investigació demostra que l'interés, la motivació, i els valors i actituds altruistes són fonamentals per a augmentar el nombre d'estudiants CTEM [9,10]. Recentment, [3] ha analitzat el problema de la diversitat de gènere en les CTEM sota la perspectiva de coherència, estudiant l'impacte negatiu que pot tindre la percepció que les disciplines CTEM no ajuden a aconseguir un bé comú per a la societat en el seu conjunt, de manera que no es pot treballar o ajudar altres persones. Els autors d'aquest treball indiquen que, entendre i transmetre l'oportunitat que representen les CTEM per a aconseguir un objectiu comú en l'àmbit social és fonamental per a millorar la diversitat de gènere. Prenent com a referència les conclusions dels treballs anteriors, el programa dissenyat i desenvolupat per l'ETSE-UV compta amb una component fonamental que és la divulgació de l'aplicabilitat pràctica de les CTEM a diferents nivells, tant en centres d'educació secundària, com a través de les xarxes socials institucionals i fòrums municipals. Des del punt de vista psicològic, està alineat amb accions referenciades per la UNESCO en [9] com són la motivació extracurricular dels estudiants, els programes de mentoria i la creació de models de referència femenins. Tal com indica UNESCO, la principal acció en la qual pot treballar una Institució d'Educació Superior per a disminuir la bretxa de gènere en CTEM, i especialment en les TIC, és a promoure la presència de més models femenins, en aquest cas, més estudiants i professores dones.



3. Programa: accions i activitats

El programa que es presenta en aquest article abasta un conjunt d'estudis de Grau i Postgrau relacionats amb les disciplines CTEM (en concret amb àrees TIC). Des d'aquest punt de vista, l'ETSE-UV pot contribuir a millorar el problema de la baixa presència femenina a través de tres eixos fonamentals que abasten etapes vitals diferents: la interacció amb centres d'educació secundària (el que permet a més visibilitzar rols femenins), la motivació de les estudiants que ja han accedit a estudis CTEM (per a millorar la taxa de permanència i graduació), així com la col·laboració amb les egressades amb l'objectiu de construir xarxes de suport professionals. Aquests tres eixos s'estructuren en quatre accions fonamentals en el programa, tal com mostra la Imatge 1: 1) proporcionar alé i suport institucional, 2) augmentar la xarxa de suport professional, 3) promoure i donar suport al lideratge i 4) incrementar la visibilitat dels models de rols femenins.



Imatge 1. Principals accions de l'ETSE-UV adreçades a tractar el problema de la diversitat de gènere.

En aquesta secció, es presentaran breument les principals activitats que es realitzen dins de cada acció.

3.1 Suport i ànim institucional

L'objectiu d'aquesta acció és augmentar el nombre d'estudiants dones que es matriculen en els estudis de Grau de l'ETSE-UV, proporcionant a més suport i motivació per a combatre la taxa d'abandonament una vegada que s'han incorporat a la Institució.

3.1.1 Tallers de secundària

Tots els cursos acadèmics s'organitzen tallers per a estudiants de secundària de forma presencial en l'ETSE-UV. Durant aquests tallers, els estudiants tenen l'oportunitat de conéixer l'Escola i les eixides professionals relacionades amb



els Graus que s'ofereixen. Durant aquestes visites, es realitzen sessions curtes de laboratori, on és important la presència de professores per a establir models de referència. És important destacar que la majoria dels estudis estableixen un efecte positiu de la presència de professores en la percepció, l'interés i l'autoeficàcia de les xiquetes i xiques en assignatures i carreres CTEM [9].

3.1.2 Dia internacional de la dona i la xiqueta en la ciència

La iniciativa espanyola 11defebrero.org organitza diverses activitats tots els anys per a celebrar el dia internacional de la dona i la xiqueta en la ciència. L'ETSE-UV participa de forma activa en aquesta iniciativa mitjançant dues activitats fonamentals: l'assistència de professores a centres d'educació primària i secundària per a visibilitzar i establir models de referència, i la celebració d'activitats de difusió (com a fotografies conjuntes) en la mateixa Escola per a visualitzar a les dones que allí treballen i estudien.

3.1.3 +Dones

Es tracta d'una activitat posada en marxa l'any 2018, que se celebra coincidint amb el dia internacional de la dona. En aquesta activitat, es llança un concurs de vídeos de YouTube on equips liderats per estudiants xiques, però formats per xics i xiques, proposen idees per a incrementar la presència de xiques en els estudis o per a motivar a les xiques ja matriculades. Aquesta activitat es basa en què les interaccions entre estudiants i professores són fonamentals per a la motivació, autoeficàcia, èxit i persistència en estudis CTEM [9]. A més, el concurs ajuda a establir xarxes de suport entre les mateixes estudiants. Durant el lliurament dels premis, es realitza una breu xarrada-col·loqui amb la presència d'estudiants, professores i professionals de carreres CTEM.

3.2 Xarxa de suport a l'entorn professional

En aquesta acció, l'objectiu és augmentar la presència de dones en totes les etapes professionals de carreres CTEM. Una de les principals barreres que troben les dones és la falta d'una xarxa de suport en el lloc de treball, per la qual cosa s'arriben a experimentar biaixos de gènere en algunes ocasions. Les principals activitats desenvolupades són les següents.



3.2.1 Seminari Dona i Enginyeria

En aquests seminaris, és fonamental la presència de dones pertanyents a entitats com l'Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE), o d'algun Col·legi Oficial, que puguen motivar a les estudiants i donar-los a conéixer alguna xarxa de suport per al seu futur professional. Aquest tipus d'activitat és una intervenció de tipus indirecte per a millorar l'autoeficàcia de les estudiants.

3.2.2 DataBeersVLC

La iniciativa DataBeers està present en més de 23 ciutats. Un dels seus objectius és la divulgació i la creació d'un espai de trobada entre científics de dades i usuaris d'aquestes dades a diferents nivells (indústria, govern, acadèmia, etc.). L'equip de DataBeersVLC està molt relacionat amb l'ETSE-UV i en els últims dos anys, ha realitzat sessions especials amb ponents dones per a donar difusió al seu treball.

3.2.3 Ada Lovelace Day

Es tracta d'una celebració internacional dels assoliments de les dones en disciplines CTEM. Té com a objectiu augmentar la presència de dones en aquestes disciplines, donant suport a les que ja desenvolupen la seua carrera professional en elles. En l'ETSE-UV se celebren diferents activitats que s'anuncien en el portal internacional, que alternen des de xarrades o col·loquis amb professionals CTEM fins a la realització de panells de fotografies amb dones estudiants i treballadores de l'Escola.

3.2.4 Grup d'afinitat IEEE Women in Engineering - branca d'estudiants

Aquesta branca es crea en 2018 dins de la secció estudiantil del IEEE amb l'objectiu de motivar a les xiquetes a realitzar carreres CTEM i de crear una xarxa de suport per a les estudiants ja matriculades. La investigació en aquest punt destaca que les organitzacions de dones dins de les CTEM proporcionen a les estudiants un sentiment positiu de pertinença a una comunitat, una millora de la seua autoeficàcia i en la seua identitat d'Enginyera, entre altres beneficis [7]. Les estudiants que no pertanyen a aquestes xarxes solen formar les seues pròpies xarxes de suport, però no tenen accés a recursos que podrien ser exclusius de les organitzacions. Algunes referències indiquen que hi ha un punt

en el qual les estudiants poden rebutjar unir-se a aquestes organitzacions per no ser etiquetades com menys suficients que els seus companys [8].

3.3 Suport a iniciatives de lideratge

Dins d'aquesta acció, l'objectiu és augmentar el nombre de dones amb càrrecs de responsabilitat, ja que la investigació en aquest camp indica que per a aconseguir un entorn més equilibrat en qüestions de gènere en l'entorn acadèmic, és necessari crear oportunitats de lideratge per a les dones [8]. Les activitats dins d'aquesta acció són les següents.

3.3.1 Posicions de responsabilitat

S'ha incentivat la participació de dones en comissions dins de l'ETSE-UV, passant d'un percentatge de 28,5% en 2010 a un 40,6% en 2018. Aquest canvi s'ha aconseguit animant a les professores i brindant-los suport perquè cresquera la seua autoconfiança.

3.3.2 Comissió d'igualtat

S'ha establit una Comissió d'igualtat en l'ETSE-UV, encarregant-se de tots els aspectes relacionats amb diversitat i gènere.

3.4 Models femenins

Aquesta acció se centra a reconéixer i divulgar els assoliments de les dones de l'ETSE-UV, per la qual cosa les principals activitats serien les següents:

3.4.1 Reconeixement institucional

S'han realitzat reconeixements a les dones que han ostentat càrrecs de responsabilitat per primera vegada des que es va crear l'escola, així com el lliurament d'un premi al millor TFG defensat per una estudiant dins de la iniciativa +Dones.

3.4.2 Performance

Coincidint amb el Dia de la Dona, els estudiants d'un dels graus van realitzar una 'performance' per a destacar diverses formes de desigualtat lligada a gènere.

4. Resultats

Per a analitzar l'impacte del programa i de les accions realitzades al llarg dels cursos en els quals el programa s'ha dut a terme, s'han tingut en compte altres



estudis similars [5], sobre la base dels quals es proposa comparar dos aspectes clau: l'evolució del percentatge d'estudiants matriculades i l'evolució del percentatge d'estudiants egressades. Per a posar en perspectiva les dades, els resultats de l'ETSE-UV es contrasten amb la mitjana obtinguda en totes les Universitats públiques espanyoles, a partir de les dades oficials proporcionades pel Ministeri d'Educació i Formació Professional.

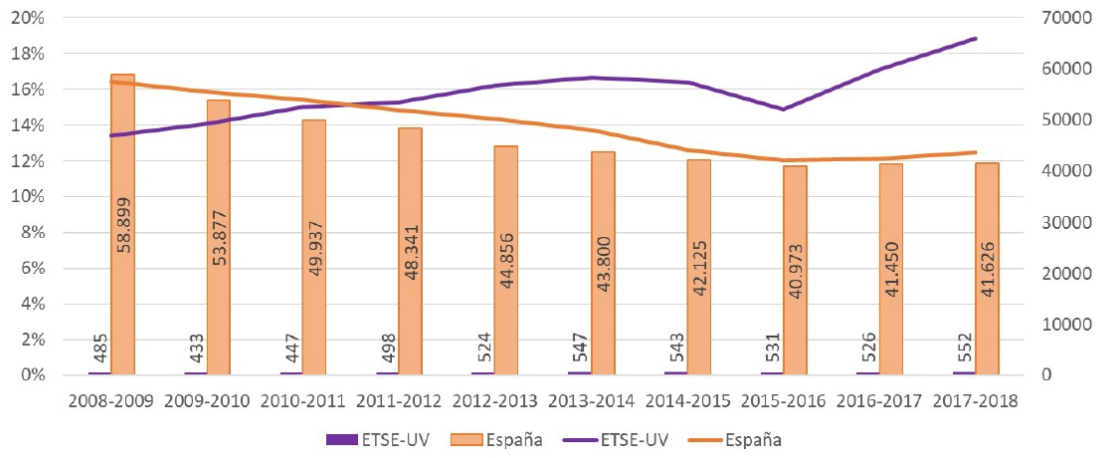
El principal problema que es troba a l'hora de poder comparar dades a escala nacional és que la informació que proporciona el Ministeri es presenta bé agrupant totes les titulacions per branques, en aquest cas s'obtenen les dades d'Enginyeria i Arquitectura conjuntament, cosa que distorsiona bastant, ja que la situació de totes les enginyeries no és la mateixa.

L'altra opció permet obtindre les dades agrupades per àmbit d'estudi, que seria l'opció desitjable. No obstant això, el problema d'aquest segon cas és que el Ministeri ha anat redefinint aquests àmbits d'estudi, apareixent les TIC de maneres diferents segons els anys. Concretament, des del curs 2008-2009 fins al curs 2011-2012 apareixen 3 subàrees dins de l'àrea Ciències relacionades amb les TIC: '480 Informàtica' (sempre buida), '481 Ciències de la computació' i '482 Informàtica nivell usuari'. Des del curs 2012-2013 fins al 2014-2015, apareix només una d'aquestes 3 subàrees, la '481 Ciències de la computació'. A partir del curs 2015-2016, en les estadístiques proporcionades pel Ministeri, s'empra ja la classificació ISCED-F 2013 que divideix les titulacions segons branca, àmbit d'estudi i camp d'estudi. Segons aquesta nova classificació, les titulacions TIC apareixen dins de l'àmbit '06 Informàtica' que engloba als àmbits d'estudi '0612 - Disseny i administració de bases de dades i xarxes', '0613 - Desenvolupament i anàlisi d'aplicacions i de programari', i '0619 - Tecnologies de la informació i les comunicacions (altres estudis)' i dins de l'àmbit d'estudi '0714 Electrònica i automàtica', format pels camps d'estudi '071401 - Enginyeria de computadors', '071402 - Enginyeria de so i imatge', '071403 - Enginyeria de telecomunicació', '071404 - Enginyeria electrònica industrial i automàtica' i '071405 - Enginyeria en electrònica'. Aquesta dispersió dificulta la localització de les diferents titulacions de Graus TIC. En conseqüència, en



aquesta contribució s'ha pres la decisió de considerar solament les titulacions relacionades directament amb la Informàtica. Des del curs 2008-2009 fins al curs 2014-2015, es tenen en compte les dades del Ministeri per a la subàrea 481, descartant la 480 que mai apareix amb dades i la 482 per continguts fora de l'àmbit de l'enginyeria. A partir del curs 2015-2016 es considera l'àmbit d'estudi '06 Informàtica' complet i el camp d'estudi '071401 - Enginyeria de computadors'. Respecte a les titulacions impartides per l'ETSE-UV, es consideren només les titulacions següents, tant de 1r i 2n cicle (plans vells) com de Grau: Grau en Enginyeria Informàtica, Grau en Enginyeria Multimèdia i Enginyeria Informàtica, sent aquesta última una titulació de pla vell. Note's a més que en la selecció de les dades s'han tingut en compte les variables 'Universitat Pública', 'centres propis' i 'estudis presencials'. Quant a la seqüència temporal de les dades, a fi de comparar els efectes de la implantació del programa, s'han inclòs en l'estudi els resultats dels dos cursos previs a la implantació del pla, que va tindre lloc en el curs 2010-2011.

Una vegada decidides les dades a analitzar i comparar, en primer lloc es presenten els resultats referents a matrícula. La Imatge 2 mostra l'evolució del nombre total de persones matriculades en les titulacions a dalt esmentades, tant en l'ETSE-UV com a Espanya (barres, eix de la dreta) i el percentatge que correspon a dones (línies, eix de l'esquerra).

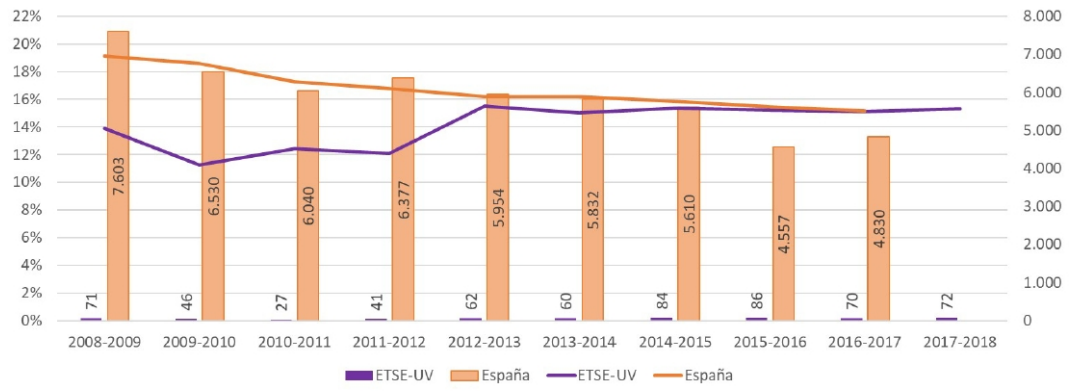


Imatge 2. % de dones matriculades en l'ETSE-UV vs. total d'estudiants (grau). Comparativa amb la situació a Espanya.

Com pot observar-se, malgrat que a l'inici del període l'ETSE-UV es trobava per davall de la mitjana nacional, aquestes dades s'han anat invertint de forma progressiva, sent en el curs 2017/2018 el percentatge de dones matriculades en l'ETSE-UV superior a la mitjana nacional en més de cinc punts percentuals, invertint a més la tendència a la baixa que presenten les dades nacionals. Aquestes dades ens mostren que el programa ha contribuït en part a millorar la quantitat de dones matriculades, contrarestant la tendència detectada en l'àmbit nacional en el descens de dones en la matrícula de les titulacions considerades. Un aspecte important d'aquesta sèrie temporal resideix en què s'ha de tindre en compte que el període 2010- 2011/2012-2013 pot considerar-se com un període transitori en la implantació dels graus compatibles amb Bolonya, ja que fins a 2012-2013 continuaven vigents les matrícules en els denominats plans vells abans esmentats. Per a comprovar que el programa dissenyat per l'ETSE-UV ha tingut un efecte estadísticament significatiu en l'augment del nombre de dones matriculades, s'ha realitzat un contrast de mitjanes t-student prenent el període 2008-2009/2012-2013 com a previ (pre) a la implantació del programa i període posterior (post) als anys acadèmics següents al 2012-2013. Els resultats indiquen ($t = 3{,}371$, $df = 7{,}9484$, p-valor $<0{,}005$) que existeixen diferències estadísticament significatives en el nombre de dones matriculades abans i després de la implantació del programa. En la referència [1] es pot trobar un estudi més detallat amb el desglossament de l'efecte sobre cadascun dels graus impartits en l'ETSE-UV.

En segon lloc, s'estudien els resultats obtinguts quant a les persones egressades. La Imatge 3 mostra l'evolució del nombre total de persones egressades en les titulacions sota consideració tant en l'ETSE-UV com a Espanya (barres, eix de la dreta) i el percentatge del mateix que correspon a dones (línies, eix de l'esquerra). En aquest cas, el Ministeri encara no ha proporcionat les dades de 2017/2018, però sí que estan disponibles els de l'ETSE-UV. Per a evitar les oscil·lacions en el cas dels percentatges, s'ha suavitzat la gràfica mostrant un fet una mitjana d'entre tres anys consecutius.





Imatge 3. % de dones egressades en l'ETSE-UV vs. total d'egressats (grau). Comparativa amb la situació a Espanya.

La gràfica mostra com el percentatge de dones egressades en el cas d'Espanya disminueix de forma sostinguda al llarg de la sèrie temporal considerada, mentre que l'ETSE-UV mostra una tendència ascendent cap a la mitjana espanyola. Com abans, s'ha dut a terme un contrast de mitjanes per a comprovar si existeixen diferències entre el període pre i post quan s'observa l'impacte del programa en el nombre de dones egressades. En aquest cas els resultats també són estadísticament significatius (t = 3,1054, df = 6,3751, p-value <0,05). A més, en la Imatge 3 s'aprecia una millora important en aquests resultats, sent mostra de l'efecte que el programa ha tingut també en aquest segon paràmetre d'estudi.

A més d'aquests resultats quantitatius, també caldria assenyalar dos resultats qualitatius del programa dissenyat per a reduir la bretxa de gènere. La primera és la recepció del premi 'EQUIT@T', atorgat per la Universitat Oberta de Catalunya, que reconeix l'esforç per promoure la presència de dones en el món acadèmic i en les empreses de TIC. Finalment, el segon és la inspiració i el compromís proporcionat per l'activitat +Dones, que s'ha reflectit en la publicació d'un article escrit per una de les estudiants que participen en el concurs[1]. Per tot això, considerem que l'aplicació del programa ha proporcionat resultats molt satisfactoris i podria ser aplicat amb els mateixos resultats beneficiosos en altres institucions de l'àmbit de l'Educació Superior.

[1]V. Romero. What It Takes to Succeed as a Woman in a STEM Field (Report).



En aquest sentit, el programa segueix la hipòtesi que per a aconseguir resultats significatius en diversitat de gènere en CTEM, és necessari realitzar un esforç continuat al llarg del temps en aquesta direcció. En el cas d'una Institució d'Educació Superior, l'objectiu ha de ser aconseguir un ambient més equilibrat en temes de gènere, que encoratge i done suport a les dones que estudien i treballen en el centre, però des d'un punt inclusiu, que no genere rebuig en els seus companys homes i que els involucre. A partir de l'experiència del programa, es proposen les següents recomanacions per al disseny d'activitats centrades a millorar la diversitat de gènere:

- R1. Les activitats han de fomentar la interacció entre estudiantat i professorat.
- R2. S'ha de promoure la participació tant de professorat com estudiantat femení, amb l'objectiu d'arribar almenys a la proporció 60 (homes) / 40 (dones) identificada com a punt d'equilibri.
- R3. Planificar almenys dues activitats al llarg del curs acadèmic.
- R4. Difondre mitjançant les xarxes socials o pàgines web institucionals les activitats realitzades.
- R5. Buscar sempre la integració d'estudiantat i professorat masculí, ja que el seu suport és fonamental.

5. Conclusions

Per a finalitzar, una reflexió. Les prediccions indiquen que, en els pròxims anys, tecnologies com la Internet de les Coses, la Ciència de Dades o la Intel·ligència Artificial canviaran i transformaran la nostra societat, entrant en el que es coneix com la societat digital, provocant una revolució semblant a l'anterior revolució industrial. És important ser conscient de l'impacte transformador de les TICs en el nostre futur pròxim, i treballar per tal d'evitar que, a causa de la baixa presència de les dones en aquest sector, apareguen futurs biaixos de gènere, ja que les ferramentes tecnològiques no estaran dissenyades per equips diversos que treballen amb perspectiva de gènere. Per exemple, en un futur pròxim, qualsevol contractació d'un servici com una assegurança mèdica o un crèdit bancari o l'accés a un lloc de treball podrien estar afectats per



algorismes que no contemplaren la perspectiva de gènere, discriminant significativament a les dones. Des de la nostra perspectiva, les dones no poden ser les grans oblidades en la futura societat digital, cal que contribueixen de forma activa en la definició d'aquestes tecnologies. Fem-ho possible!

Referències

[1] Botella, C., Rueda, S., López-Iñesta, E. i Marzal, P. (2019). Gender diversity in STEM disciplines: a multiple factor problem. Entropy, nº. 21, pp. 1-17.

[2] Cech, E. A. i Blair-Loy, M. (2019) The changing career trajectories of new parents in STEM. PNAS, nº. 116, pp. 4182-4187.

[3] Diekman, A. B. Steinberg, M., Brown, E. R., Belanger, A. L. i Clark, E. K. (2017). A goal congruity model of role entry, engagement, and exit: Understanding communal goal processes in STEM gender gaps. Personality and Social Psychology Review, nº 21, pp. 142-175.

[4] Lamolla, L. i González Ramos, A. M. (2018). Ticktock sounds different for women working in IT areas. Community, Work & Family, pp. 1 -16.

[5] Merelo Gervós, J.J i Merelo Molina, C. (2017). Evolución de la matrícula femenina en el grado de Informática en universidades públicas españolas. Recuperat de DOI:10.13140/RG.2.2.19608.08969.

[6] Ministerio de Educación y Formación Profesional (2019). Estadísticas e Informes Universitarios. Recuperat de http://www.educacionyfp.gob.es/servicios-al-ciudadano-mecd/estadisticas/educacion/universitaria.html

[7] Rittmayer, A.D. i Beier, M. E. (2009). Overview: Self-efficacy in STEM. En B. Bogue i E. Cady, editors, Applying Research to Practice (ARP) Resources. Recuperat de https://www.engr.psu.edu/awe/secured/director/assessment/Literature_Overview/PDF_overviews/ARP_SelfEfficacy_Overview_122208.pdf

[8] Smith, K. N. i Gaston Gayles, J. (2018). "Girl power": Gendered academic and workplace experiences of college women in Engineering. Social Sciences, nº 7.

[9] UNESCO. (2017). Cracking the code: Girls' and womens' education in science, technology, engineering and mathematics (STEM), Paris, Francia. Recuperat de http://unesdoc.unesco.org/images/0025/002534/253479e.pdf

[10] Weisgram, E. S. i Bigler, R. S. (2006). Girls and science careers: The role of altruistic values and attitudes about scientific tasks. Journal of Applied Developmental Psychology, nº 27, pp.326-348.




VNIVERSITAT DE VALÈNCIA
FOMENTANDO LA PRESENCIA DE MUJERES EN LAS ÁREAS CTIM
LA EXPERIENCIA DE LA ETSE-UV
Escola Tècnica Superior d'Enginyeria (ETSE-UV)
• IEEE Women in Engineering Student Branch Affinity Group, red de estudiantes para promover y dar apoyo a la Mujer en Ingeniería
• DataBeersVLC, actividad de divulgación de la Ciencia de Datos
VLC DATA BEERS
• Jornada Mujer e Ingeniería en la ETSE-UV.
MUJER E INGENIERÍA
UNO MÁS UNO NO SIEMPRE SUMAN DOS
Red de apoyo profesional
Aliento y apoyo institucional
Promover el liderazgo
Modelos femeninos
• Charlas en institutos de enseñanza secundaria como colaboración con 11defebrero.org para conmemorar el Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia: 5 charlas en 2018 sobre Data Science.
• + Dones, concurso y charla en el Día Internacional de la Mujer para visibilizar a la mujer en Ingeniería.
+dones
• Se ha fomentado la participación de mujeres en los órganos de dirección y toma de decisión de la ETSE-UV, pasando del 28,5% en 2010 al 40,6% en 2018.
• Comité de Igualdad
UNITAT D'IGUALTAT
• International Ada Lovelace Day
• Celebración del Día Internacional de las Mujeres y las Niñas en la Ciencia.
DÍA INTERNACIONAL DE LA MUJER Y LA NIÑA EN LA CIENCIA
• Reconocimiento institucional a las mujeres pioneras en puestos de alta dirección: 2016 Primera directora ETSE-UV y 2018 Primera Directora Dpto. Informática

La educación CTIM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) a través del proyecto europeo Scientix

Emilia López-Iñesta[1], Ismael Orquín Serrano[2]
Raquel Parrondo Rueda[3], Javier Alabau- Gonzalvo[4],
emilia.lopez@uv.es, orquin_ism@gva.es
raquelparrondo@lasallevp.es, alabau_jav@gva.es
[1]Departament de Didàctica de la Matemàtica, Universitat de València
[2]CEFIRE CTEM, Conselleria d'Educació, Cultura y Deporte
[3]Colegio La Salle (València)
[4]IES Puçol (València)

Modalidad: Póster.

Nivel educativo: Internivel.

Resumen

Scientix es la comunidad de ámbito europeo para la educación científica que promueve y apoya a la colaboración entre profesores, investigadores y legisladores relacionados con el ámbito STEM (Science, Engineering, Technology y Mathematics). Se trata de un proyecto financiado por la Comisión Europea y coordinado por European Schoolnet y con esta trabajo se pretende dar a conocer a todo el profesorado y público interesado las actividades de la comunidad Scientix.

Palabras clave: Educación, Ciencia, STEM, Profesorado, Formación

1. Introducción

Vivimos una época singular, en la que el exponencial desarrollo del conocimiento, junto con la omnipresente interconectividad que ha propiciado la tecnología digital, nos presentan un escenario cambiante y tecnificado. La adaptación de las personas y los procesos a este escenario supone un reto en sí mismo que tiene carácter global y calado en toda la sociedad. Estas dos características invitan a abordar este reto a través del arma de transformación social más potente que se conoce: la educación. Estudios de la Comisión Europea [7] proyectan un crecimiento estimado de las profesiones relacionadas



con ciencia e ingeniería del 13% en el periodo 2015-2025, mientras que el crecimiento estimado para la totalidad de puestos de trabajo para el mismo periodo es de sólo un 3%. Este dato evidencia la relevancia de estas áreas de conocimiento en el futuro mercado de trabajo. Los gobiernos deben adaptar sus sistemas educativos para conseguir casar las demandas de los profesionales relacionados con áreas científico-ténicas con las ofertas de titulados en esas áreas.

Este es el contexto en el que nace la educación STEM, acrónimo, en inglés, de cuatro áreas de conocimiento Science, Engineering, Technology y Mathematics, también conocido en castellano como CTIM (Ciencia, Ingeniería, Tecnología y Matemáticas). La mejora en las habilidades relacionadas con estas áreas de conocimiento constituye una prioridad de todos los estados, lo cual se plasma en los documentos que guían las políticas educativas europeas, como “New Skills Agenda for Europe” [10] o “The NMC Horizon Report 2017: K-12 Edition” [8], en las que se establecen las habilidades STEM como prioritarias en los distintos sistemas educativos europeos. Además de estas guías supranacionales, muchos países están diseñando planes y programas específicos para potenciar la enseñanza de las STEM, tanto en Europa como fuera de ella. Así, podemos encontrar estudios de la situación de las STEM en Reino Unido [11], en Francia y Australia [12], en Bélgica [1] o en Estados Unidos [5], por citar algunos. También a escala regional existen planes específicos del desarrollo de las STEM, como en Escocia [16] y, dentro de España, los planes STEMcat [15] de Cataluña y STEMadrid [6], de la Comunidad de Madrid. Algunos planes políticos para impulsar el desarrollo e implantación de las STEM en los sistemas educativos se plasman a través de diseño de estructuras de formación del profesorado innovadoras como el CEFIRE CTEM de la Comunidad Valenciana creado en agosto de 2016 [14].

El reto de rellenar el hueco de profesionales STEM para la sociedad del futuro está íntimamente relacionado con la disminución de la brecha de género en los estudios STEM en todo el mundo. Esta situación ha sido ampliamente

estudiada en los últimos años [3, 4, 17,18], propiciando incluso la aparición de revistas específicamente centradas en este tema, como la Journal of Women and Minorities in Science and Engineering[1]. De hecho, han sido muy numerosas las iniciativas que se centran, en muchos países, en dirigirse a este colectivo específico, como STEM Talent Girl[2], Girls in STEM[3], Girls in STEM project[4], STEM like a girl[5] o Girls who STEM[6]. En Valencia destaca el proyecto Girls4STEM[7] que està actualment desarrollando la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universitat de València (ETSE-UV)[8].

Debe decirse que, más allá de intentar aproximarse al punto de equilibrio en el que la oferta de profesionales STEM se iguale a la demanda de los mismos en nuestra sociedad, la educación STEM supone una innovación en el sistema educativo porque se le asocian contenidos y metodologías innovadoras para situar al alumno en el centro de proceso de enseñanza-aprendizaje. Esto se consigue a través de varios métodos. El tratamiento conjunto de las cuatro disciplinas (o más áreas como en el caso de STEAM o STREAM[9], por ejemplo) se basa en la inherente interdisciplinariedad del conocimiento y de la realidad, en base a la cual se proponen escenarios de aprendizaje en los que se plantea la resolución de una necesidad existente en la sociedad (el cambio climático, la superpoblación, sociedades de residuo cero, automatización de procesos, etc.). Este planteamiento suscita una situación de aprendizaje competencial, que no se basa en la transmisión de contenidos, sino en la resolución de problemas, proceso en el que el contenido científico es una parte de los requisitos necesarios para avanzar en el proceso de aprendizaje. Este aprendizaje contextualizado suscita aprendizajes más significativos, motivadores y realistas. Además desarrolla habilidades interpersonales a través del trabajo

[1] http://www.dl.begellhouse.com/journals/00551c876cc2f027.html
[2] https://talent-girl.com/
[3] https://www.gstemdenver.org/
[4] https://www.gisproject.org/
[5] http://stemlikeagirl.org/
[6] https://girlswhostem.com/best-stem-organizations-for-girls-and-women/
[7] https://www.twitter.com/Girls4STEMVLC / https://www.uv.es/girls4stem (web en desarrollo)
[8] https://www.uv.es/etse
[9] El acrónimo STEAM incluye la A de “Arts”, mientras que STREAM además contiene la R de Reading.



colaborativo, inherente a la metodología de aprendizaje basado en proyectos. Se trata pues, de una actualización necesaria de las didácticas requeridas por el profesorado de ciencias para desarrollar metodologías efectivas en la promoción y éxito de las áreas STEM.

Ante el escenario presentado, Scientix[10], la comunidad del profesorado de ciencias en Europa, se presenta como una herramienta muy útil para el impulso de una mejora de las competencias docentes del profesorado de ciencias, bajo la perspectiva STEM. En los siguientes apartados se presentan las características del proyecto Scientix, resumiendo la funcionalidad de su portal web y explicitando las funciones que desempeña para los distintos colectivos involucrados en el proceso de enseñanza-aprendizaje europeo.

2. Scientix, la comunidad para la enseñanza de las ciencias en Europa

Scientix se constituyó en el año 2009 a iniciativa de la Comisión Europea con el fin de crear una comunidad de ámbito paneuropeo para la educación científica para promover y apoyar la colaboración entre profesores, investigadores y legisladores relacionados con el ámbito STEM. La coordinación del proyecto ha estado siempre a cargo de la red europea *European Schoolnet* (EUN)[11], un consorcio de 34 ministerios de educación con sede en Bruselas que persigue entre sus misiones la innovación en los procesos de enseñanza-aprendizaje, así como el fomento de la colaboración de centros educativos y docentes en los países de Europa y o relacionados con ellos. Su logo se muestra en la figura 1:



Figura 1. Logo Comunidad Scientix.

En un principio, Scientix estuvo financiado por la Comisión Europea a través del 7º Programa Marco. Actualmente, la tercera fase del proyecto (2016-2019),

[10] http://www.scientix.eu/
[11] http://www.eun.org/

cuenta con financiación del programa de I+D Horizonte 2020 de la UE en la que Scientix es una de las partes involucradas en uno de sus programas específicos denominado "Ciencia con y para la sociedad" (*SwafS*, *Science with and for Society*)[12]. Se trata de un programa fundamental para abordar los desafíos sociales europeos incluídos en Horizonte 2020 como son desarrollar capacidades y formas innovadoras de conectar la ciencia con la sociedad. En especial, se trata de conseguir hacer la ciencia sea más atractiva (especialmente para los jóvenes), aumentar el interés de la sociedad por la innovación y organizar nuevas actividades de investigación e innovación.

Esto queda alineado con los objetivos de la denominada Ciencia Ciudadana y la Investigación e Innovación Responsable (*RRI, Responsible Research Innovation*) que trata de acercar ciencia y sociedad "desde las fases más iniciales" de los procesos de investigación e innovación, para alinear sus resultados con los valores de la sociedad[13] .Así, todos los actores sociales (investigadores, ciudadanos, responsables políticos, empresas, organizaciones, etc.) pueden trabajar conjuntamente durante todo el proceso de investigación e innovación acercando el proceso y los resultados a los valores, necesidades y expectativas de Sociedad europea

Desde su creación, Scientix ha pasado por tres etapas distintas:

- En su primera etapa (2009-2012), el proyecto construyó un portal en línea para recopilar y presentar los proyectos europeos de enseñanza de las disciplinas STEM y sus resultados y organizó varios talleres para docentes.
- En la segunda fase (2013-2015) el objetivo fue ampliar su comunidad dentro de los paises participantes. Con una red de Puntos Nacionales de Contacto y un panel de profesores, Scientix se ofreció a las comunidades nacionales de docentes para desarrollar estrategias en metodologías de indagación e innovación en la enseñanza de ciencia y matemáticas .

[12] http://www.sisnetwork.eu/swafs/scientix/

[13] https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/pag-web/investigacion-innovacion-responsables.aspx



- La tercera fase del proyecto (2016-2019), asegura la continuidad de las actividades generadas en la etapa anterior para mejorar la enseñanza STEM en Europa y otras áreas.

Para promover Scientix se ofrecen, a los docentes y público interesado, múltiples recursos que se expondrán en el apartado 3 de este trabajo. Como resumen del impacto y la cantidad de iniciativas del proyecto Scientix en el periodo 2013-2016 se puede ver un resumen en la infografía de la imagen 2.

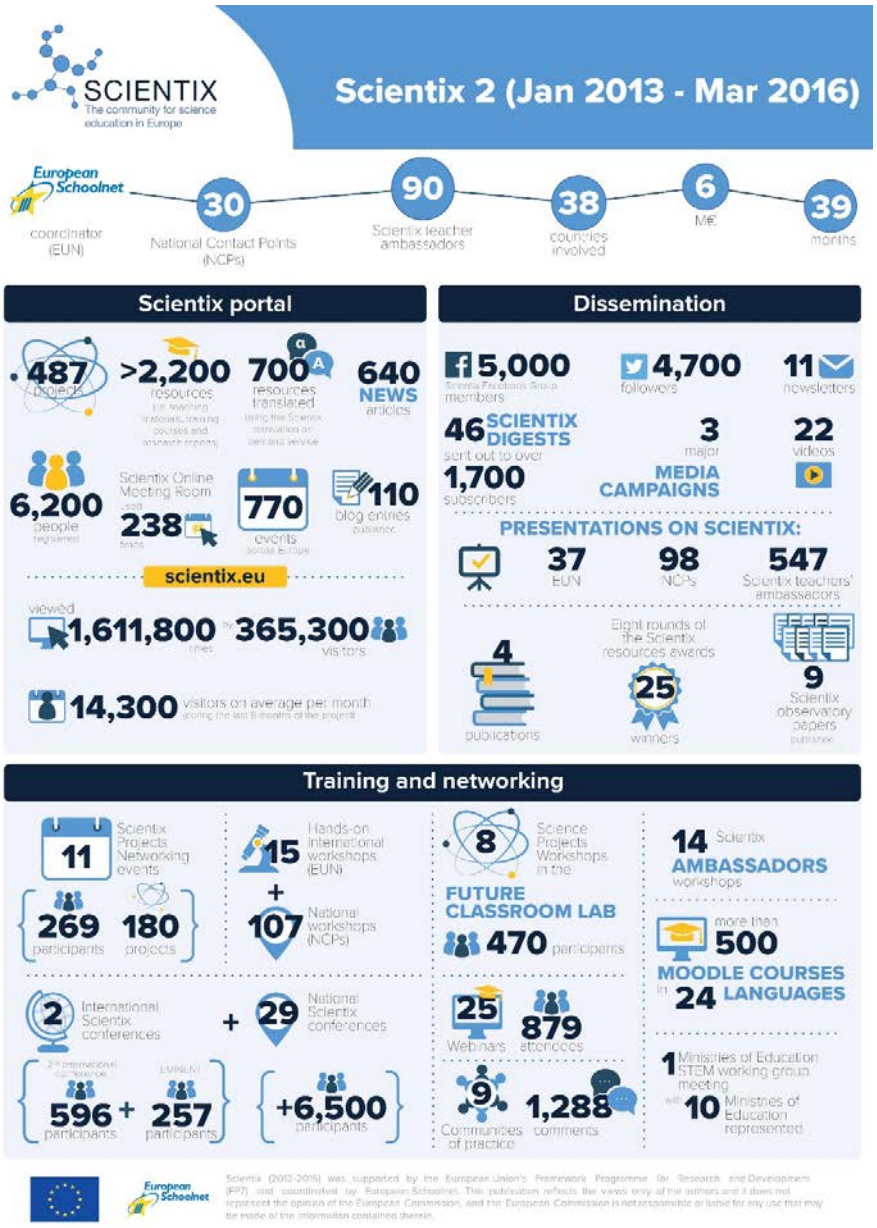


Figura 2.Infografía de las iniciativas de Scientix en el periodo (2013-2016).



3.Descripción de los recursos y servicios que ofrece la comunidad Scientix

Para comenzar a utilizar los Servicios y recursos de Comunidad Scientix, es necesario inscribirse como usuario en la dirección Web http://scientix.eu. Una vez se ha realizado la inscripción, los servicios principales que ofrece Scientix son:

- Un portal web de recursos de proyectos e informes
- Una sala de reuniones virtual
- Un servicio de traducción
- Cursos en Moodle en Scientix
- Los boletines informativos Scientix Digest y Scientix *Newsletter*
- El blog de Scientix
- Perfiles en redes sociales
- El observatorio Scientix

A continuación, haremos una descripción de cada uno de estos servicios con información que se ha obtenido de [2], [13] y la página web del proyecto Scientix.

La plataforma del portal web de Scientix

El portal Web de Scientix surgió directamente de la necesidad de compartir los resultados de proyectos entre la comunidad científica de Europa debido a que, en la mayoría de los casos, cuando terminan los proyectos, sus resultados permanecen disponibles en los sitios web originales sólo por un tiempo limitado.

En Scientix, el repositorio de recursos (figura 3) permite a los usuarios encontrar y descargar gratuitamente diferentes materiales de educación científica (materiales didácticos, programación de temas para aplicar en el aula, informes sobre resultados de proyectos de actividades de la Comisión Europea o de otros organismos nacionales o internacionales, estudios, directrices, etc.). En la página web http://www.scientix.eu/resources, los recursos STEM se incluyen más de 960 materiales didácticos, 620 informes STEM, 65 cursos de



formación y 3.000 recursos de aprendizaje, además de cientos de noticias y eventos.



Figura 3. Repositorio de Recursos.

Sala de reuniones virtual

La sala de reuniones virtual[14] busca favorecer la colaboración entre proyectos de educación científica. También es usado para reuniones online y celebración de seminarios web (*webinars*). Este servicio también es gratuito para todos los proyectos incluidos en el repositorio Scientix de recursos o en proceso de inclusión.

Los boletines informativos Scientix Digest y Scientix Newsletter

Los boletines tienen carácter quincenal y se envían por correo electrónico, ofreciendo una visión general de los últimos proyectos y recursos añadidos al portal, así como información sobre los próximos eventos relacionados con la educación en STEM. Está disponible en alemán, español, francés, holandés, inglés, italiano, polaco, y rumano.

La Newsletter es de carácter trimestral, está disponibles en inglés y recoge artículos originales sobre innovación en materia de política educativa de las disciplinas tipo STEM y sobre investigación y práctica. Cada número se centra en determinados temas del ámbito de la enseñanza de las ciencias, a los que se añaden materiales y actividades relacionados. La información para

[14] http://www.scientix.eu/web/guest/online-meeting-room

suscribirse a ambos y los números anteriores se encuentran en la dirección web: http://www.scientix.eu/newsletter

Servicio de traducción a la carta

A través de este Servicio[15], se puede solicitar la traducción de cualquier recurso pedagógico elegido. Las traducciones están disponibles en los idiomas oficiales de los países, territorios y regiones de la Unión Europea, y de los países asociados a través de Horizonte 2020 (H2020). Si el recurso solicitado para la traducción se publica bajo una licencia que permite modificaciones, deben cumplirse estos criterios adicionales para que las traducciones se puedan realizar:

1. el usuario que solicita la traducción debe registrarse en el sitio Web de Scientix
2. el usuario que solicita la traducción debe ser docente y deben asegurar que el material se utilizará únicamente con fines educatives
3. la misma traducción ha de ser es solicitada por al menos tres usuarios diferentes

Cursos en Moodle en Scientix

Scientix con ayuda de sus colaboradores, prepara e imparte cursos disponibles en su plataforma Moodle (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*). Los cursos tratan principalmente sobre ideas para la enseñanza de materias STEM, uso de tecnologías de la información y comunicación por los profesores, y metodologías educativas. Pueden ser propuestos y cursados por cualquier persona de cualquier lugar. Aparte del inglés, muchos han sido traducido a otros 23 idiomas oficiales de la Unión Europea: http://moodle.scientix.eu/

El blog de Scientix

Se trata de un sitio web[16] en el que las personas conectadas a Scientix (docentes, embajadores de Scientix, etc.) publican artículos sobre educación científica a nivel Europeo. El blog (figura 4), también favorece la difusión y

[15] http://www.scientix.eu/web/guest/request-translation
[16] http://blog.scientix.eu/



conocimiento de los proyectos, de forma que los objetivos y actividades asociados a Scientix puedan llegar a más personas. Con dicho blog se promueve el intercambio de ideas y buenas prácticas a través de una comunidad cada vez más diversa.

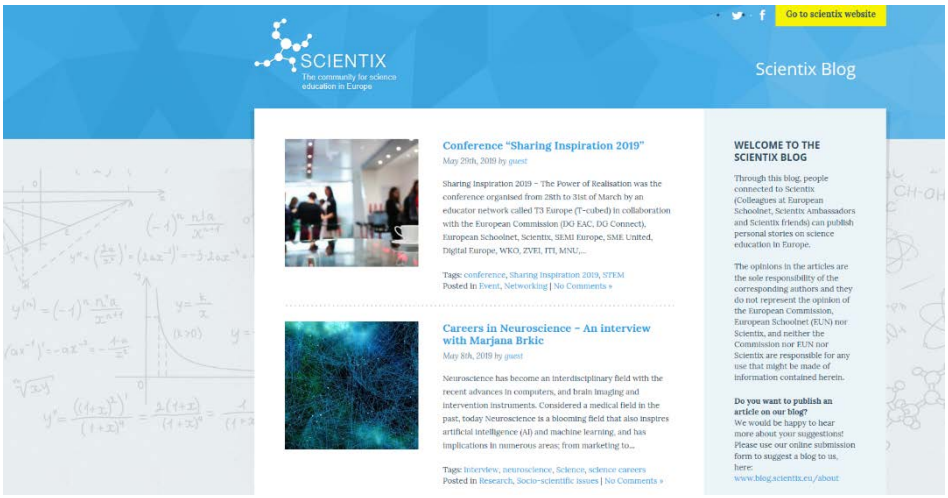


Figura 4. Imagen del Blog de Scientix.

Perfiles en redes sociales

Sientix tiene perfiles en distintas redes sociales. En concreto, dispone de cuentas en Twitter (https://twitter.com/scientix_eu y https://twitter.com/scientix_es), en Instagram https://www.instagram.com/scientix_eu/ y en Facebook, a través del grupo denominado *Science Teachers in Europe* (https://www.facebook.com/groups/ScienceTeachersEurope/).

El observatorio Scientix

Se ofrecen artículos sobre diferentes temas relacionados con la educación científica, para favorecer el desarrollo y difusión de distintos proyectos educativos de ciencias y documentar buenas prácticas. Se puede acceder en la web http://www.scientix.eu/observatory

4. Grupos de apoyo a Scientix: Puntos de contacto, Profesorado y embajadores Scientix.

Para implementar las actividades y estrategias, Scientix cuenta con el apoyo de

estos agentes en cada país[17]:

- **Los Puntos Nacionales de Contacto (PNC)**, son organizaciones que promueven la difusión a nivel nacional y el intercambio de información entre diferentes países. En concreto, el PNC de España fue inicialmente la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) y actualmente es el Instituto Nacional de Tecnologías Educativas (INTEF)[18], según la designación del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte[19].
- **Representantes de los correspondientes Ministerios de Educación**. Forman el grupo de trabajo que supervisa las políticas educativas nacionales de las materias educativas STEM en cada país.
- **Profesores embajadores Scientix**: se seleccionan entre los profesores que realizan un curso formativo ad hoc, en formato virtual y se comprometen a difundir las actividades de Scientix en su país en centros educativos, asociaciones de profesores, conferencias y aconsejan a otros docentes sobre cómo involucrarse en la colaboración europea en materia STEM. También ayudan a desarrollar y probar diversas herramientas y servicios de Scientix para garantizar su calidad pedagógica. Actualmente hay unos 400 embajadores para el periodo 2016-2019, de 40 países, principalmente de Europa pero también de otros continentes como se puede ver en la figura 5.

[17] http://scientix.eu/in-your-country
[18] https://intef.es/formacion-y-colaboracion/scientix/
[19] http://educalab.es/proyectos/scientix.

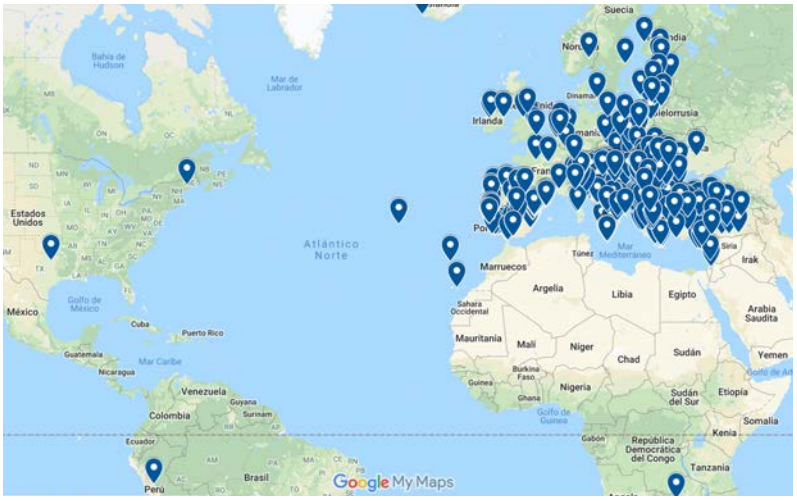


Figura 5. Embajadores Scientix en el mundo

5. Conclusiones

En este trabajo se ha tratado de las necesidades de las STEM en educación para afrontar los retos del futuro, así como del contexto europeo para el fomento de las STEM que representa Scientix, la comunidad de ámbito europeo para la educación científica que promueve y apoya a la colaboración entre profesores, investigadores y legisladores relacionados con el ámbito STEM.

Referencias

[1] Actieplan voor het stimuleren van loopbanen in wiskunde, exacte wetenschappen en techniek 2012-2020 (2012). Recuperado de: https://onderwijs.vlaanderen.be/sites/default/files/atoms/files/STEM-actieplan.pdf

[2] Baldursson, R. H., & Stone, M. J. (2015). Scientix 2 results: How Scientix adds value to STEM education. European Schoolnet, Brussels: http://files. eun. org/scientix/scientixworks/publications/Scientix_Results_Nov2015_Publication_ ONLINE. pdf.

[3] Beede, David N. and Julian, Tiffany A. and Langdon, David and McKittrick, George and Khan, Beethika and Doms, Mark E. (2011). Women in STEM: A Gender Gap to Innovation . Economics and Statistics Administration Issue Brief No. 04-11. Recuperado de http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1964782

[4] Botella, C., Rueda, S., López-Iñesta, E. y Marzal, P (2019). Gender diversity in STEM disciplines: a multiple factor problem. Entropy, nº. 21, pp. 1-17. Recuperado de https://www.mdpi.com/1099-4300/21/1/30

[5] Committee on STEM Education National Science and Technology Council.

(2013). Federal Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Education 5-yerar strategic plan. Recuperado de: https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/microsites/ostp/stem_stratplan_2013.pdf

[6] Comunidad de Madrid. Consejería de Educación. Educar en STEM, un reto para el futuro de Madrid (s.f). Recuperado de: http://educacionstem.educa.madrid.org/wp-content/uploads/2018/10/plan_stemadrid4.pdf

[7] European Commission (2014) Science, technology, engineering

and mathematics (STEM) skills. Recuperado de https://skillspanorama.cedefop.europa.eu/sites/default/files/EUSP_AH_STEM_0.pdf

[8] Freeman, A., Adams Becker, S., Cummins, M., Davis, A. y Hall Giesinger, C. (2017). NMC/CoSN Horizon Report: 2017 K–12 Edition. Austin, Texas: The New Media Consortium. Recuperado de: https://cdn.nmc.org/media/2017-nmc-cosn-horizon-report-k12-EN.pdf

[9] Gijsbert Stoet, D. C. Geary (2018)The gender-equality paradox in Science, Technology, Engineering and Mathematics Education, Psychological Science Vol.29, Issue 4.

[10] Kraatz, S. (2017). New Skills Agenda for Europe: State of implementation. Recuperado de: http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2017/607334/IPOL_BRI(2017)607334_EN.pdf

[11] Morgan, R y Kirby, C. (2016) .The UK STEM Education Landscape. Recuperado de: https://www.raeng.org.uk/publications/reports/uk-stem-education-landscape

[12] Oliveira,E. y Roberts,K. Consultant Report Securing Australia's Future STEM: Country Comparisons . Recuperado de: https://acola.org.au/wp/PDF/SAF02Consultants/Consultant%20Report%20-%20France.pdf

[13] Pinto, G. y Prolongo, M. L. (2018). La educación STEM: Ejemplos prácticos e introducción al proyecto europeo SCIENTIX. V Congreso Internacional de Docentes del ámbito STEM. Recuperado de http://www.epinut.org.es/CDC/5/

[14] Resolución de 5 de agosto de 2016, de la Conselleria de Educación, Investigación, Cultura y Deporte, DOGV 7851, pp. 23398-23400

[15] Resolució ENS/1769/2018, de 19 de juliol, per la qual es crea el Programa d'innovació pedagògica STEAMcat, DOGC 7671 de19/07/2018

[16] Scottish Government (Scotland). (2017). Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Evidence Base. Recuperado de https://dera.ioe.ac.uk//30415/



[17] Stoet, G. y Geary, D. C. (2018). The gender-equality paradox in science, technology, engineering, and mathematics education. Psychological science, nº 4, pp. 581-593.

[18] Wang, M.T. y Degol, J.L. (2017). Gender Gap in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM): Current Knowledge, Implications for Practice, Policy, and Future Directions. Educational Psychology Review . nº 29, pp. 119-140.

Nota: los autores quisieran hacer constar que el contenido del presente trabajo es de responsabilidad exclusiva de las y los autores y no refleja la opinión de la Comisión Europea (CE) ni de la European Schoolnet. Dichos organismos no se hacen responsables del uso de la información que contiene este artículo relativa a ellos.



Imatges descarregades del Punt Nacional de Contacte de Scientix a Espanya, l'INTEF http://educalab.es/proyectos/scientix/materiales-para-descargar

Las elecciones académicas de las estudiantes y los estudiantes del siglo XXI. Estudio en el IES Lluís Simarro de Xátiva

Otilia Val Castillo
val_oti@gva.es
IES Lluis Simarro Lacabra, Xátiva

Modalidad: Póster.
Nivel educativo: Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato.

Resumen

Las estadísticas sobre las elecciones de modalidad de los alumnos y alumnas de la última década demuestran que el alumnado matriculado en opciones de letras supera al matriculado en opciones de ciencias.
Aunque los chicos y las chicas que acceden actualmente a la Universidad han contado con una enseñanza igualitaria, se sigue observando un sesgo de género a la hora de la elección de ramas de estudio, de forma que hay mayoría de mujeres en carreras "más típicamente femeninas" y siguen siendo minoría en las Ingenierías y carreras de las TIC, a pesar de que las estadísticas demuestran que el porcentaje de chicas que estudian en la universidad supera al de chicos, que aprueban en mayor proporción la selectividad y de que el abandono escolar temprano también es menor entre las chicas que entre los chicos.
Estas diferencias en la elección de carreras universitarias vienen marcadas desde las modalidades de estudios elegidas en el bachillerato, ya que esto condiciona, después de la nota obtenida en las pruebas de acceso a la universidad, los estudios universitarios escogidos.
El presente artículo pretende realizar un acercamiento estadístico, a las diferencias en las elecciones de modalidad que se observan ya desde la secundaria obligatoria, y a partir de una encuesta realizada en el IES Lluís Simarro, a algunas ideas e influencias que están presentes en los alumnos preuniversitarios.

Palabras clave: ciencias, letras, tópicos, estudiantes.

1. Introducción

La discriminación, a la que ha estado sometida la mujer desde siempre, ha dificultado su acceso al estudio, y en consecuencia su ingreso a la Universidad, (leyes educativas, estudios diferenciados, leyes laborales…) [12]

A lo largo del siglo XIX se empieza a considerar las ventajas de instruir y formar a las mujeres con el propósito de aplicar estos conocimientos en el ámbito



familiar, proporcionando una atención más exquisita al marido y una mejor educación a los hijos.

Algunas mujeres consiguieron excepcionalmente estudiar carreras de Ciencias, como medicina. Pero no fue hasta la LGE (Ley General de Educación y Financiamiento de la Reforma Educativa) en 1970, cuando se legisló que todos los niños y niñas tenían que permanecer escolarizados hasta los 14 años, edad que se amplió hasta los 16 años con la LOGSE (Ley Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo) de 1990.

1.1. Ciencias vs. Letras

En COU los alumnos podían matricularse en cuatro opciones: A: Científico-Tecnológica, B: Biosanitaria, C: Ciencias Sociales, D: Humanístico-Lingüística.

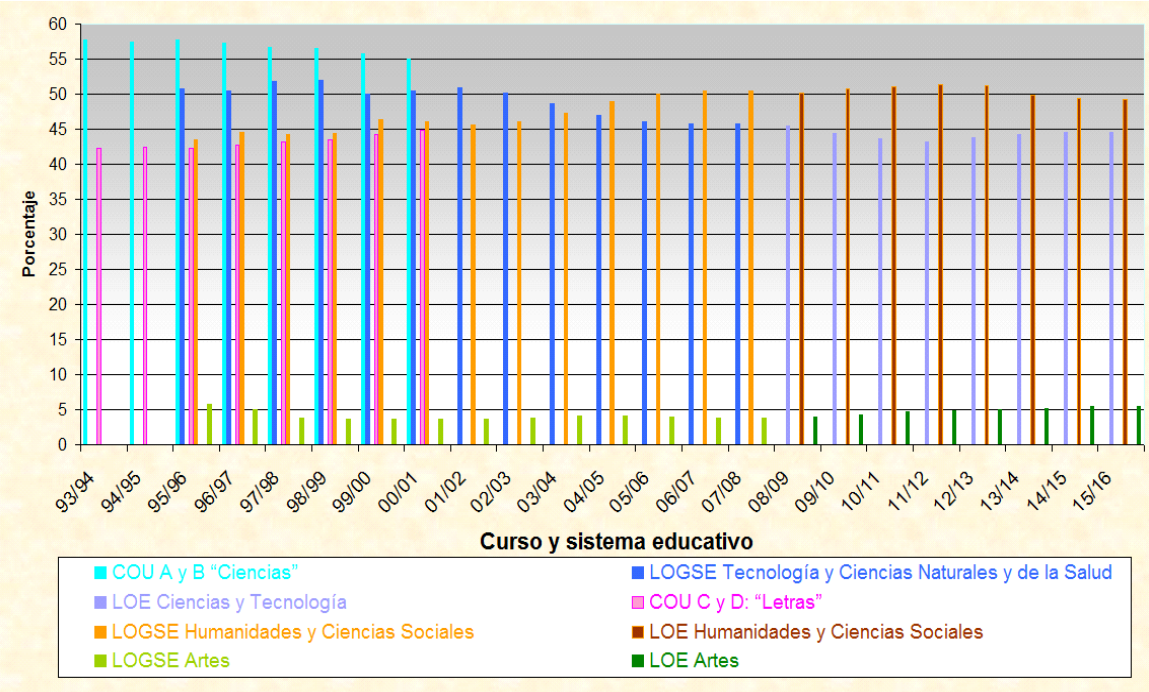
En el bachillerato LOGSE los alumnos podían elegir entre las opciones: Tecnología, Ciencias Naturales y de la Salud, Humanidades y Ciencias Sociales, Artes. En el bachillerato LOE entre: Ciencias y Tecnología, Humanidades y Ciencias Sociales, Artes.

Realicemos un repaso de los porcentajes de alumnos matriculados en cada sistema educativo, agrupándolos en “Ciencias”, “Letras” y Artes, entre los cursos 1993/1994 y 2015/2016. (Gráfica 1)

Podemos observar algunas tendencias significativas:

– Si sumamos las opciones A y B de COU y las modalidades de Tecnología y Ciencias Naturales y de la Salud de la LOGSE, “alumnos de Ciencias” y comparamos, podemos observar que en los cursos de COU del 1993/1994, 1994/1995 y 1995/1996 los alumnos/as de Ciencias rondaban el 58% pero el porcentaje ha disminuido progresivamente, alcanzando en el curso 2002/2003 un 50%, hasta el curso 2004/2005 en el que los alumnos de “Letras” superan a los de “Ciencias” siguiendo así en la actualidad.





Gráfica 1. Alumnos matriculados por modalidad y sistema educativo entre los cursos 1993/1994 y 2015/2016
Fuente: Datos y Cifras de la Educación en España. MECyD. Elaboración propia.

1.3. Mujeres vs. Hombres

Consideremos ahora la distribución del alumnado matriculado en Enseñanzas de Régimen General por sexo. La primera estadística que empieza a recoger esta información es del curso 2003/2004. La última disponible del curso 2015-2016 (Tablas 2 y 3).

	% Hombres	% Mujeres
E. Primaria y E. Secundaria Obligatoria	**51,4**	**48,6**
Bachillerato y Formación Profesional	**48,6**	**51,4**
Bachillerato (1)	44,9	55,1
Ciclos Formativos F.P. G. Medio (1)	54,4	45,6
Ciclos Formativos F.P. G. Superior (1)	49,6	50,4
Programas de Garantía Social	67,2	32,8
Educación Universitaria	**46,5**	**53,5**

(1) Incluye régimen presencial y a distancia.

Tabla 2. Distribución del alumnado matriculado por sexo. Curso 2003-04

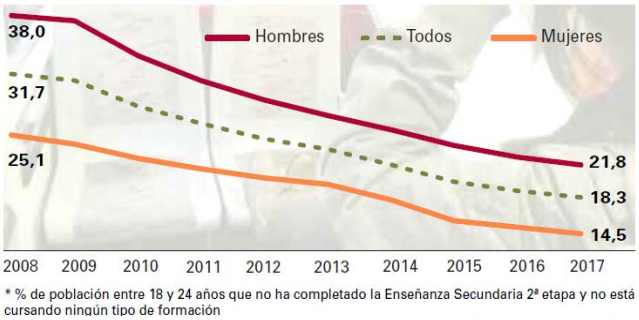
Fuente: Datos y Cifras de la Educación en España. MECyD. Curso 2003/2004



	Alumnado	% Hombres	% Mujeres
Enseñanzas de Régimen General	**8.127.832**	**51,7**	**48,3**
E. Infantil	1.775.264	51,6	48,4
Primer ciclo E. Infantil (3)	457.224	52,0	48,0
Segundo ciclo E. Infantil	1.318.040	51,5	48,5
E. Primaria	2.940.226	51,6	48,4
E. Especial	35.962	63,4	36,6
ESO	1.884.223	51,3	48,7
Bachillerato	686.933	47,5	52,5
Bachillerato (presencial)	642.280	47,3	52,7
Bachillerato a distancia	44.653	51,2	48,8
Formación Profesional	793.499	56,0	44,0
Ciclos Formativos FP Básica	69.299	71,1	28,9
Ciclos Form. G. Medio (presencial)	317.966	57,7	42,3
Ciclos Form. G. Superior (presencial)	328.319	54,2	45,8
Ciclos Formativos de FP a distancia	77.915	40,5	59,5
Otros Programas Formativos	11.725	69,3	30,7

Tabla 3. Distribución del alumnado matriculado por sexo. Curso 2015-16.
Fuente: Datos y Cifras de la Educación en España. Ministerio de Educación, Ciencia y Deporte. Curso 2015/2016.

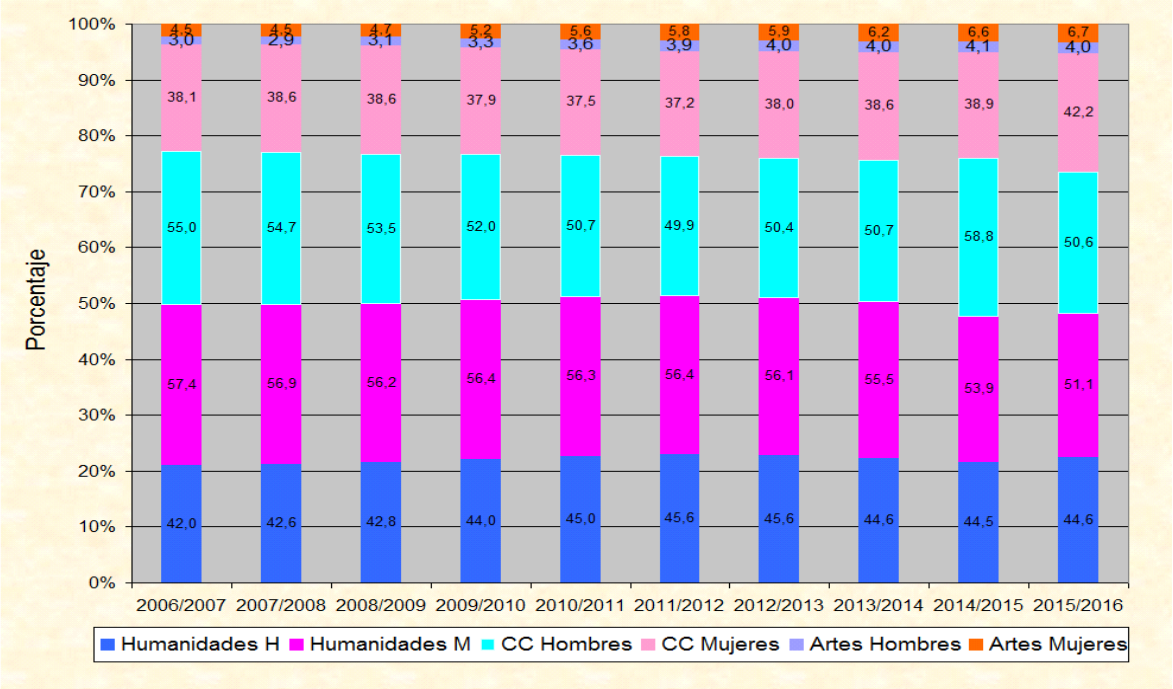
De la comparación de los datos estadísticos del Ministerio de Educación y Ciencia, muy similares entre los cursos 2003/2004 y 2015/2016, se puede observar que en la Educación Primaria y Secundaria el porcentaje de hombres matriculados es superior al de mujeres (un 51,5% de alumnos de media frente a un 48,5% de alumnas). Sin embargo en el Bachillerato la situación se invierte pasando a ser de un 47 % de hombres matriculados frente a un 53% de mujeres. Esto se puede explicar observando que hay un mayor porcentaje de chicos que se matriculan en ciclos formativos de grado medio que chicas y sobre todo un mayor porcentaje de hombres que pasan a cursar programas de garantía social, dos tercios, frente a un tercio de mujeres. El abandono escolar temprano también es mayor entre los chicos que entre las chicas (Gráfica 2).



Gráfica 2. Abandono escolar temprano*. España en cifras 2017.
Fuente Ministerio de Educación, Cultura y Deporte



Comparemos ahora las elecciones de las estudiantes y los estudiantes entre las distintas modalidades de bachillerato (Gráfica 3) en los últimos 10 años:



Gráfica 3. Elecciones de las estudiantes y los estudiantes entre las distintas modalidades de bachillerato LOE en los últimos 10 años, considerando también el género. Fuente: Datos y Cifras de la Educación en España. Ministerio de Educación, Ciencia y Deporte, entre los cursos 2006/2007 y 2015/2016. Elaboración propia.

Se observa:

- Un aumento en el porcentaje de chicos que elige la opción de Humanidades, disminuyendo el porcentaje de los que eligen la rama de Ciencias, siendo a la inversa en el caso de las chicas.
- Por otro lado, teniendo en cuenta que más del 50% de los alumnos que se presentan a las pruebas para el acceso a la Universidad son mujeres, se explica que constituyan el 55% de los estudiantes universitarios, sin embargo la elección de titulación no es homogénea (Tabla 4).

Curso	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017
Total	55%	54%	55%	54%
Ciencias Sociales y Jurídicas	61%	60%	60%	60%
Ingeniería y Arquitectura	26%	26%	26%	25%
Artes y Humanidades	62%	61%	61%	61%
Ciencias de la Salud	70%	69%	69%	70%
Ciencias	52%	51%	51%	51%

Tabla 4. Porcentaje de mujeres matriculadas en grado y 1º y 2º ciclo, por ramas.

Fuente: Datos y Cifras de la Educación en España. Ministerio de Educación, Ciencia y Deporte, entre los cursos 2013/2014 y 2016/2017. Elaboración propia.

Según el *Panorama de la Educación 2017: Indicadores de la OCDE*. *Informe español,* las mujeres representan más del 50% de matriculadas en todas las ramas excepto en Ingeniería y Arquitectura. Esta situación no es exclusiva de nuestro país, sino que también se da en los países de nuestro entorno. Se observa que la elección de estudios tiene un fuerte sesgo de género en España y en el resto de países, (el escaso 12 % de matrícula femenina en las TIC se eleva al 19 % en la media de los estados de la OCDE). Por ello la ONU incluye, entre los indicadores sociales para estudiar la situación de la mujer en el área de la educación, el porcentaje de matriculadas en Ciencias e Ingeniería.

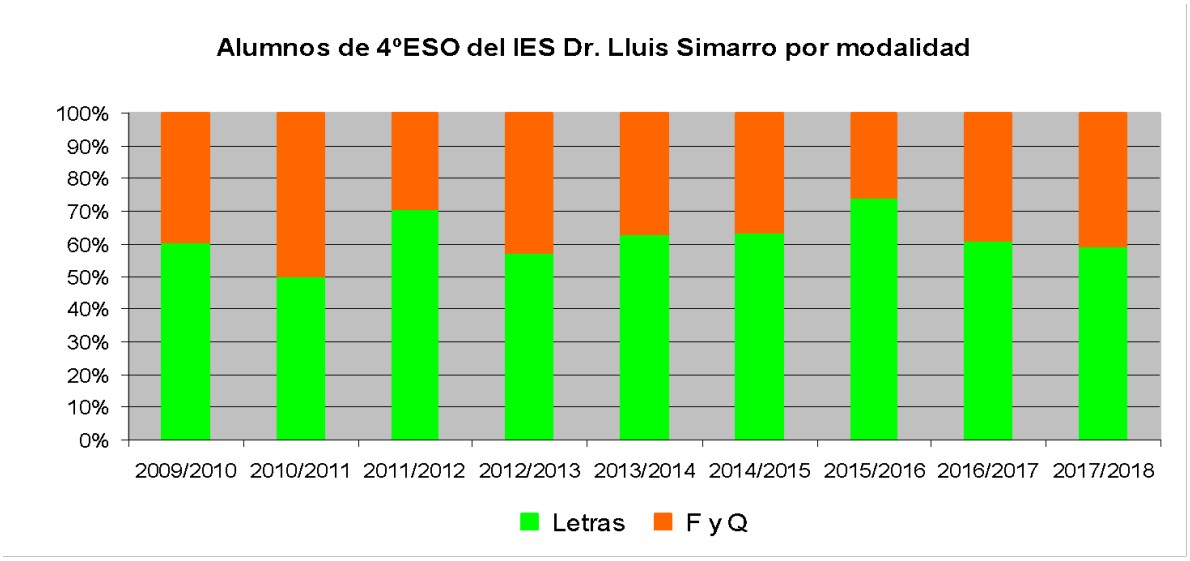
2. Estudio estadístico del IES Lluís Simarro de Xátiva

Estos porcentajes ya se hacen evidentes en las opciones elegidas en bachillerato.

Para comprobar esta tendencia se han estudiado los datos de las modalidades cursadas por los alumnos y alumnas del IES Lluís Simarro Lacabra de la localidad de Xátiva, provincia de Valencia, desde el curso 2009/2010 al curso 2017/2018. Se ha tomado como referencia los estudiantes matriculados en la asignatura de Física y Química en 4º ESO y 1º de Bachillerato, (más relacionada con la modalidad tecnológica), y los alumnos y alumnas que en bachillerato cursan Física o Química.

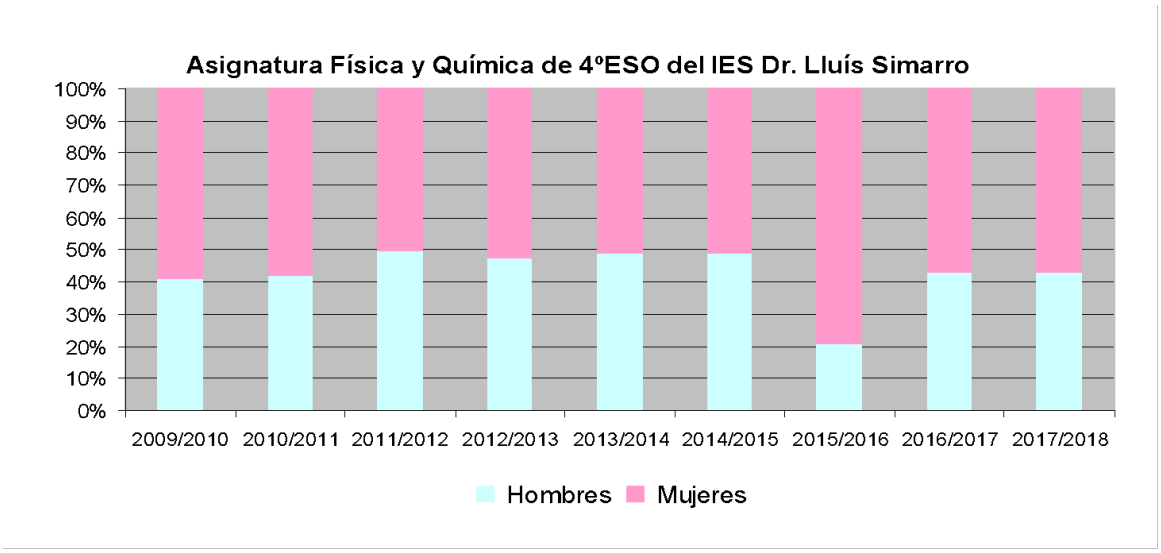
Si analizamos la distribución de estudiantes entre las modalidades de Ciencias y Letras, y entre la proporción de chicas y chicos en las asignaturas de ciencias, se puede observar la distribución asimétrica de modalidades, que se observa a nivel nacional, rondando el 60% la opción de letras y el 40% la opción de ciencias.





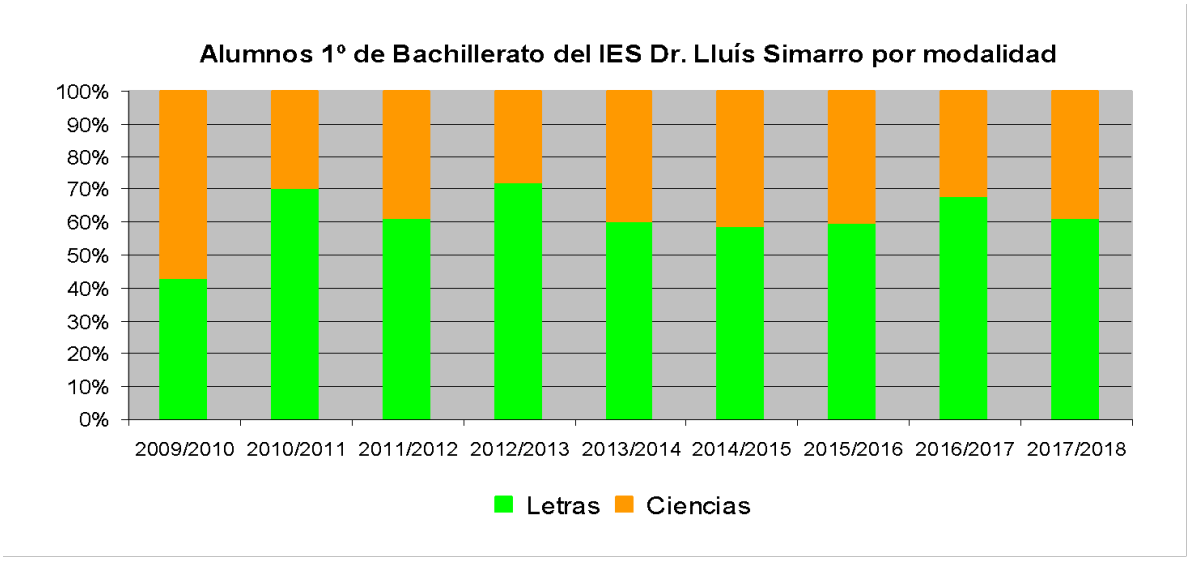
Gráfica 4. Alumnos de 4ºESO del IES Lluís Simarro por modalidad entre los cursos 2009/2010 y 2017/2018. Elaboración propia.

A su vez, también se puede observar, (Gráfica 5), que en la opción de Física y Química de la asignatura de 4º de ESO el porcentaje oscila entre el 50% o mayoría de mujeres.



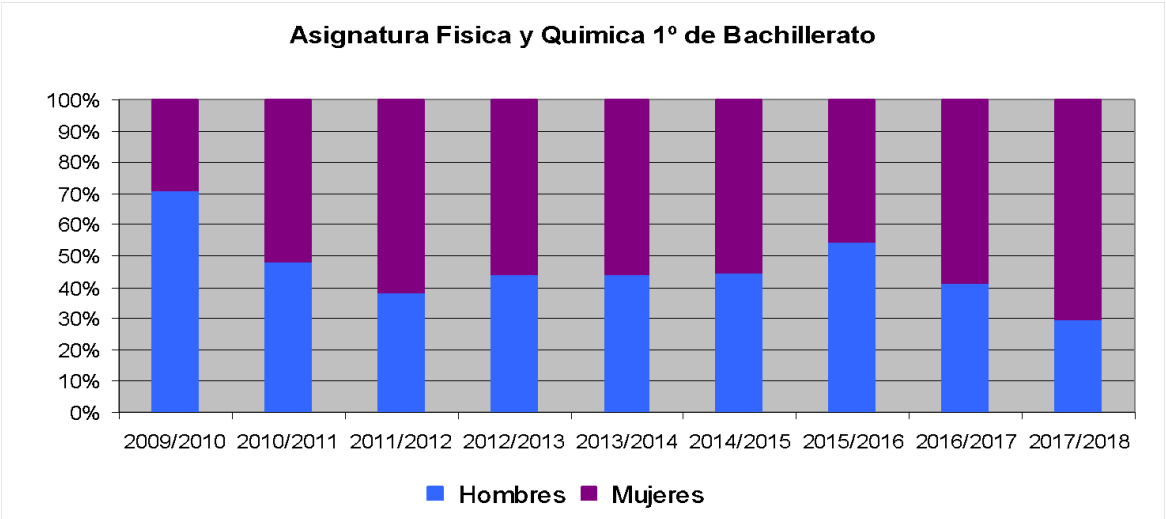
Gráfica 5. Alumnos y alumnas de 4º ESO del IES Lluís Simarro en la asignatura de Física y Química entre los cursos 2009/2010 y 2017/2018. Elaboración propia.

En el curso de 1º de bachillerato la distribución entre la modalidad de Ciencias (alrededor del 40%) y letras (alrededor del 60%) sigue la tendencia de 4º de ESO, (Gráfica 6):



Gráfica 6. Alumnos de 1º de bachillerato del IES Dr. Lluís Simarro por modalidad entre los cursos 2009/2010 y 2017/2018. Elaboración propia.

La relación por sexos en la asignatura de Física y Química de 1º de Bachillerato, (Gráfica 7), oscila en torno al 50% o más de matriculadas en Ciencias.

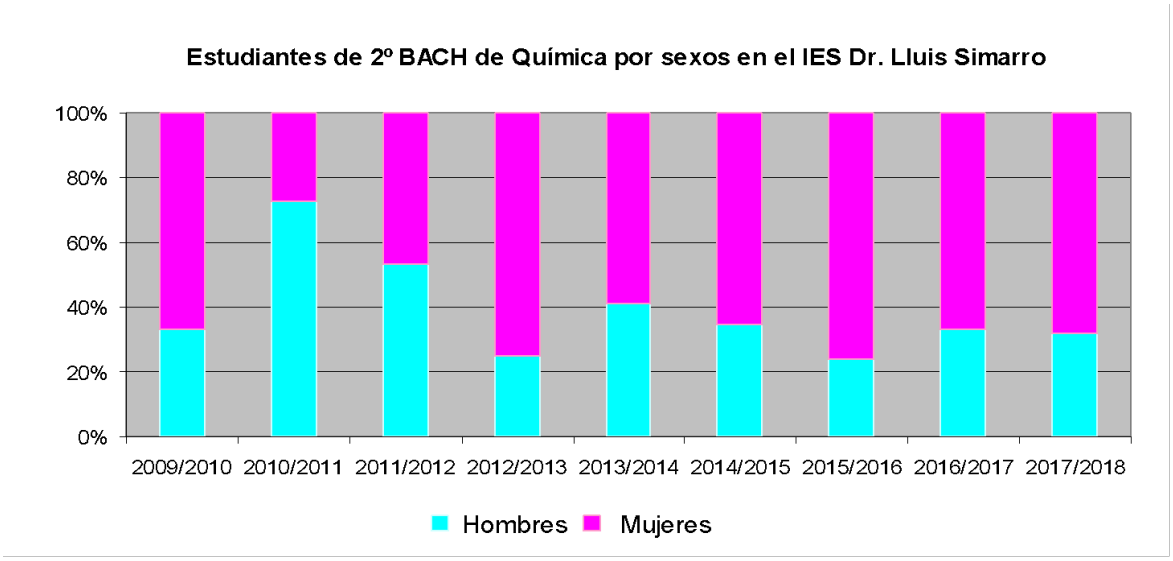


Gráfica 7. Alumnos y alumnas de 1º de bachillerato del IES Lluís Simarro en la asignatura de Física y Química entre los cursos 2009/2010 y 2017/2018. Elaboración propia.

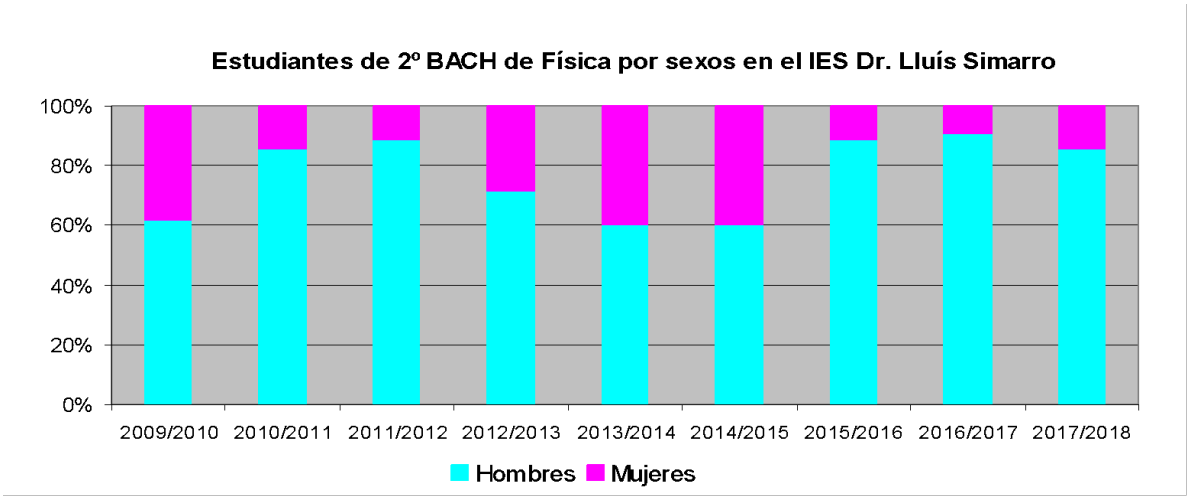
Sin embargo cuando estos estudiantes pasan a 2º de bachillerato y pueden escoger la opción de Física o de Química por separado la aparición de sesgos diferenciales se hace evidente:

- Un mayor porcentaje de mujeres elige la opción de Química (Gráfica 8).
- Un mayor porcentaje de hombres elige la opción de Física (Gráfica 9).





Gráfica 8. Alumnos y alumnas de 2º de bachillerato del IES Lluís Simarro en la asignatura de Química entre los cursos 2009/2010 y 2017/2018. Elaboración propia.



Gráfica 9. Alumnos y alumnas de 2º de bachillerato del IES Lluís Simarro en la asignatura de Física entre los cursos 2009/2010 y 2017/2018. Elaboración propia.

En 2º de bachillerato empiezan a manifestarse las mayores diferencias; un menor número de mujeres matriculadas en las asignaturas de Física y Dibujo Técnico, opciones necesarias para Ingenierías, Arquitecturas y carreras relacionadas con las TICS, implicará un menor porcentaje de mujeres en estos estudios.

Las diferencias en la elección profesional de hombres y mujeres son un aspecto clave en la persistencia de los estereotipos de género, sin que se puedan explicar por barreras institucionales, diferencias sociológicas, o estudios y clase social de los padres [10].



Teniendo en cuenta que los hombres y mujeres que acceden actualmente a la universidad han contado con una enseñanza igualitaria y puesto que la elección de una carrera universitaria, viene bastante condicionada por las ramas cursadas en el bachillerato, (sin tener en cuenta las restricciones según la nota de las pruebas de acceso a la universidad), y a su vez la elección de rama de bachillerato suele estar relacionada con la modalidad previamente elegida en 4º de Educación Secundaria Obligatoria, sería interesante preguntar a los alumnos de 4º ESO y de Bachillerato de Ciencias sobre sus preferencias a la hora de elegir rama de estudios y sobre algunos tópicos. Para ello se ha realizado una encuesta entre 115 alumnos y alumnas de 4º ESO y de 1º y 2º de Bachillerato de la opción de Ciencias, del IES Lluís Simarro Lacabra de la localidad de Xátiva en la provincia de Valencia, en el mes de mayo del curso 2017-2018.

El cuestionario constaba de 19 + 9 preguntas, distribuidas en dos bloques, siendo el primer cuestionario más general, y el segundo más específico de las asignaturas de Física y Química.

La única opción posible era SI o NO.

El cuestionario era anónimo y solo se pedía el sexo.

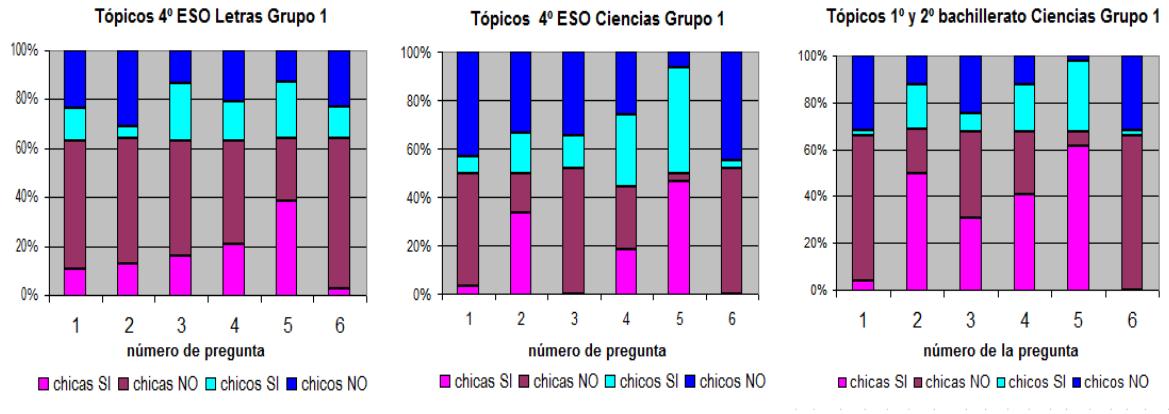
2.1 Análisis de los resultados obtenidos en la encuesta

Para las conclusiones se han agrupado las respuestas en los siguientes grupos:

Grupo 1.- Tópicos revelados en el estudio de la profesora Mercedes López. (Gráficas 10, 11 y 12)

1. Los estudios de letras tienen más salidas profesionales.
2. Letras se asocia a los estudios fáciles, cómodos, llevaderos y prácticos.
3. El alumno de letras es sociable, simpático y abierto.
4. Las ciencias suelen estar más vinculadas a la vocación.
5. Ciencias se asocia a estudios difíciles, arduos, áridos, trabajosos.
6. El alumno de ciencias es individualista, materialista y aburrido.





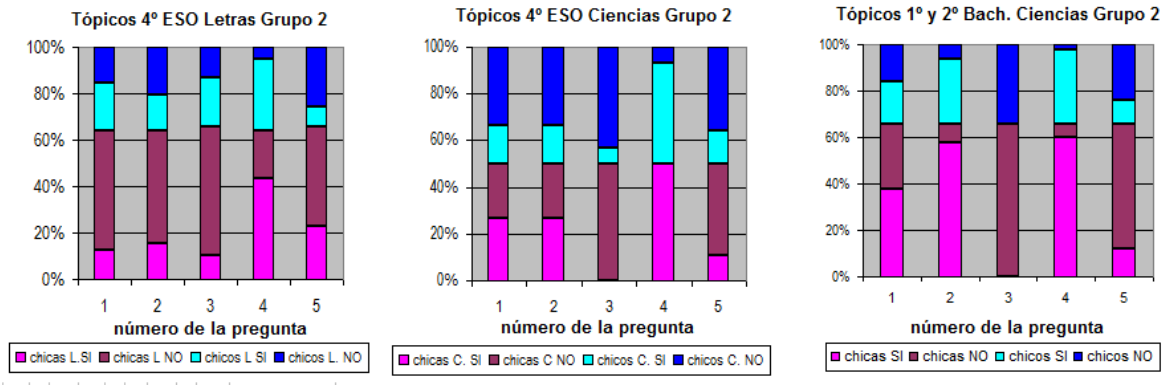
Graficas 10, 11 y 12. Resultados a las preguntas del grupo 1 de los estudiantes de 4º ESO Letras, 4º ESO Ciencias y 1º y 2º de bachillerato de Ciencias.

1. La mayoría de los estudiantes consideran que los estudios relacionados con la modalidad de Letras no tienen más salidas profesionales.
2. Los estudiantes de Letras y los alumnos de Ciencias no consideran que los estudios de las modalidades de Letras sean más fáciles, cómodos, llevaderos o prácticos. Sin embargo una mayoría de alumnas de Ciencias, opina que sí.
3. No parece considerarse que el alumno de Letras sea sociable, simpático y abierto. Por tanto no se puede decir que se confirme este tópico.
4. Las chicas del bachillerato de Ciencias sí consideran que la opción de ciencias está más vinculada a la vocación. El resto de los alumnos lo considera aproximadamente al 50% aunque aquí, algunos alumnos dejaron la opción sin marcar sobre todo en la ESO. No hay una tendencia muy marcada sobre este tópico.
5. Los estudiantes de Ciencias sí consideran que estos estudios se asocian a estudios difíciles, arduos, áridos, trabajosos, lo que confirmaría este tópico. La proporción de chicas de ciencias que piensa esto es la mayor en los tópicos analizados en este grupo. ¿Resultan las ciencias más difíciles a las chicas?
6. Solo un pequeño porcentaje de alumnos de letras considera a los alumnos de ciencias individualista, materialista y aburrido. El resto, mayoritariamente, no está de acuerdo con esta opinión. Por tanto, este tópico tampoco se puede confirmar.

Grupo 2.- Tópicos relacionados con los estudios de Ciencias y Letras. (Gráficas 13. 14, y 15)



1. Las carreras de letras son más fáciles de entender.
2. En las carreras de letras hay que memorizar más y razonar menos.
3. Los estudios de ciencias son menos interesantes.
4. Las ciencias requieren dominar muchos contenidos a la vez.
5. La opción de Tecnología en bachillerato es la de mayor dificultad.



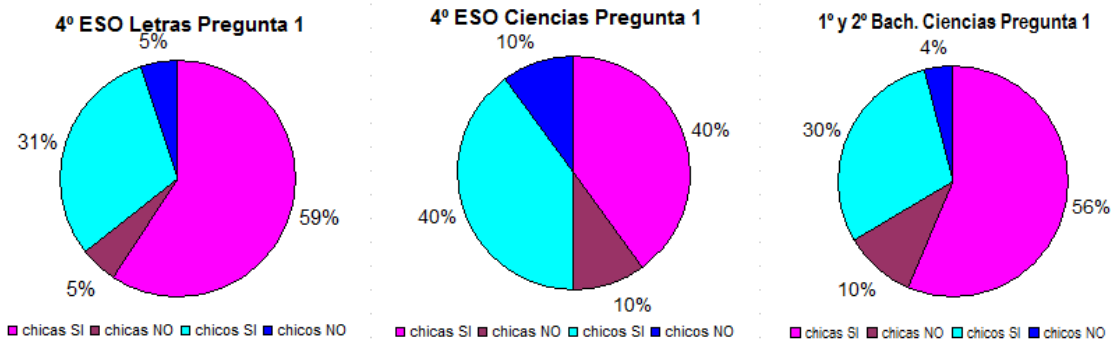
Gráfica 13, 14 y 15. Resultados a las preguntas del grupo 2 de los estudiantes de 4º ESO Letras, 4º ESO Ciencias y 1º y 2º de bachillerato de Ciencias.

1. En 4º de ESO las chicas de Letras y los chicos de Ciencias no consideran que las carreras de Letras sean más fáciles de entender. En bachillerato no hay una diferencia tan marcada.
2. Las alumnas de 4º ESO de la modalidad de Letras y los chicos de la modalidad de Ciencias no consideran que en las carreras de Letras haya que memorizar más y razonar menos, sin embargo los estudiantes de bachillerato de ciencias opinan lo contrario.
3. Los estudiantes no consideran que los estudios de Ciencias sean menos interesantes, sobre todo los del bachillerato de Ciencias.
4. La mayoría de los estudiantes, sobre todo los de la opción de Ciencias, opinan que estas disciplinas requieren dominar muchos contenidos a la vez.
5. La mayoría de los estudiantes no consideran que la opción de Tecnología en bachillerato sea la de mayor dificultad.

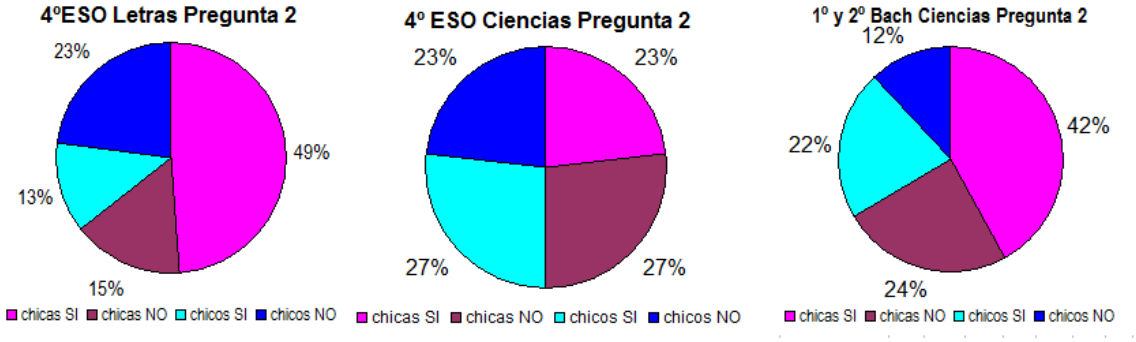
Grupo 3.- Teniendo en cuenta que muchos alumnos atribuyen la dificultad de las carreras tecnológicas a la Física y a los contenidos matemáticos que esta

implica, se incluye el tópico relacionado con la esta posibilidad, preguntándose dos veces.

1. Estudiar ciencias implica saber muchas matemáticas. (Gráficas 16, 17 y 18)
2. El problema de estudiar ciencias está en el dominio de las matemáticas (Gráficas 19, 20 y 21)



Gráficas 16, 17 y 18. Resultados al ítem "Estudiar ciencias implica saber muchas matemáticas" para los estudiantes de 4º ESO Letras, 4º ESO Ciencias y 1º y 2º de bachillerato de Ciencias.



Gráficas 19, 20 y 21. Resultados al ítem "El problema de estudiar ciencias está en el dominio de las matemáticas." para los estudiantes de 4º ESO Letras, 4º ESO Ciencias y 1º y 2º de bachillerato de Ciencias.

1. Todos los estudiantes asocian mayoritariamente las ciencias a un gran dominio de las matemáticas.
2. La mayoría de alumnas de 4º de ESO de Letras y de Bachillerato opinan mayoritariamente que el problema de estudiar Ciencias está en el dominio de las matemáticas. En 4º ESO de Ciencias los porcentajes están muy próximos.

Grupo 4.- ¿Puede ocurrir que la dificultad en los contenidos científicos esté relacionada con el porcentaje de horas que se dedican a las asignaturas de "Letras" y a las asignaturas de "Ciencias" según el desarrollo del currículo y los planes de estudio? (Tabla 5).

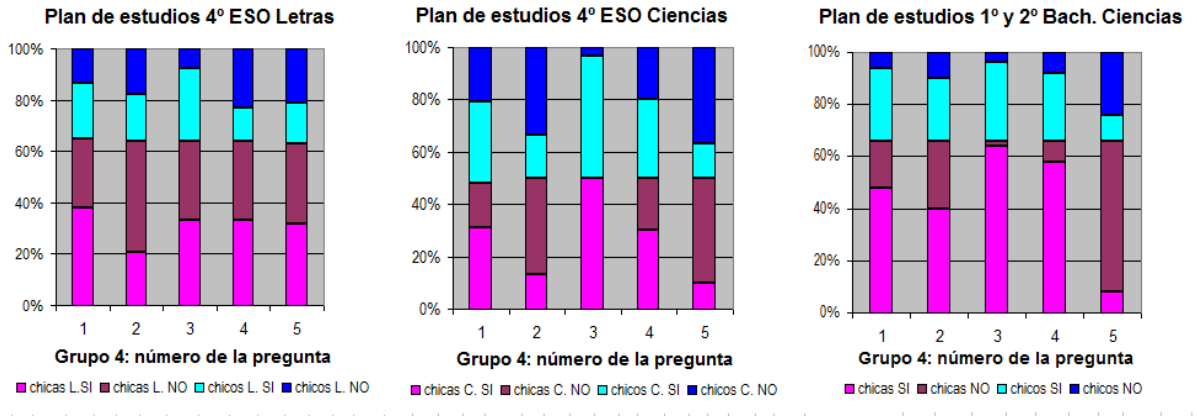
Tal como están diseñados los planes de estudio, la opción de letras es fundamentalmente de asignaturas de letras, pero la opción de Ciencias vendría a equivaler a una opción mixta, puesto que también tendrán asignaturas de Geografía e Historia, 2º Idioma, Idioma autonómico, Filosofía.... Curiosamente la asignatura de matemáticas con la LOE era optativa para los alumnos de ciencias.

	Lengua española	1ª Lengua extranjera	Total Lenguas	Matemáticas	Ciencias FyQ, ByG	Total
Primaria	23 %	11 %	34 %	19 %	7 %	26 %
Secundaria	17 %	12 %	29 %	13 %	11 %	24 %

Tabla 5. Porcentaje de horas de instrucción dedicadas a “Lenguas” y “Matemáticas-Ciencias”.*
Fuente: Panorama de la Educación 2017: Indicadores de la OCDE. Elaboración propia.
* No se tienen en cuenta las horas dedicadas a la asignatura Lengua y Literatura Valenciana.

Por ello también se han incluido algunos ítems en este sentido (Gráficas 22, 23 y 24):

1. En el colegio y el instituto se dan más horas de asignaturas de letras que de ciencias, por eso con el tiempo se aprenden.
2. Si en el colegio y el instituto se dieran más horas de asignaturas de ciencias a los alumnos/as les gustarían más las ciencias.
3. Si en el colegio y el instituto se dieran más horas de prácticas de laboratorio a los alumnos/as les gustarían más las ciencias.
4. Los contenidos de las asignaturas de letras son muy parecidos en todos los cursos.
5. Los contenidos de las asignaturas de ciencias son muy parecidos en todos los cursos.



Gráfica 22, 23 y 24 . Resultados a las preguntas del grupo 4 de los alumnos y alumnas de 4º ESO Letras, 4º ESO Ciencias y 1º y 2º de bachillerato de Ciencias.

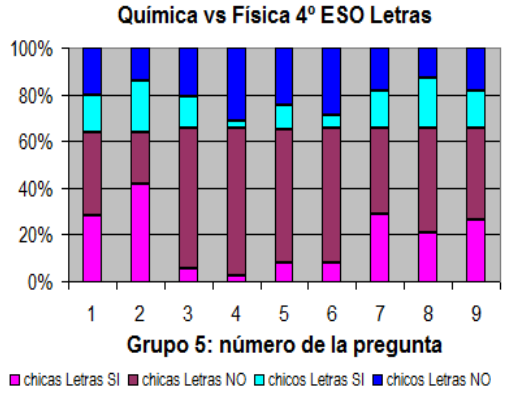
1. Una mayoría de estudiantes, sobre todo los de Ciencias, sí consideran que hay mayor número de horas de Ciencias que de Letras en el plan de estudios.
2. En 4º de ESO, no consideran que un mayor número de horas de asignaturas de ciencias haría que a los alumnos les gustasen más las ciencias.
3. Los estudiantes de Ciencias consideran que si se impartiesen más horas de prácticas de laboratorio a las alumnas y alumnos les gustarían más las Ciencias.
4. Muchas alumnas de Ciencias en bachillerato y bastantes alumnos de Ciencias en general, consideran que los contenidos de las asignaturas de letras son muy parecidos en todos los cursos.
5. Mayoritariamente los estudiantes de Ciencias, consideran que los contenidos de las asignaturas de ciencias no son muy parecidos en todos los cursos.

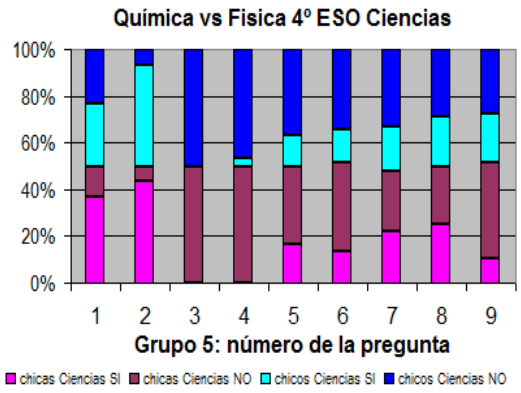
Grupo 5.- Entre los estudiantes que eligen Ciencias hay una gran sesgo entre los que eligen Química, rama científico-sanitaria, y Física, rama científico-tecnológica, por ello se han seleccionado un grupo de ítems relacionados con estas asignaturas. Aunque la elección separada de estas dos asignaturas solo se puede realizar en 2º de bachillerato, las preguntas se han pasado a los niveles de 4º de ESO, 1º de bachillerato y 2º de bachillerato, para comprobar si en este último nivel las diferencias son más significativas al relacionarlas con el género. (Gráficas 25, 26, 27 y 28):

1. Los estudios de Química son más fáciles que los de Física.

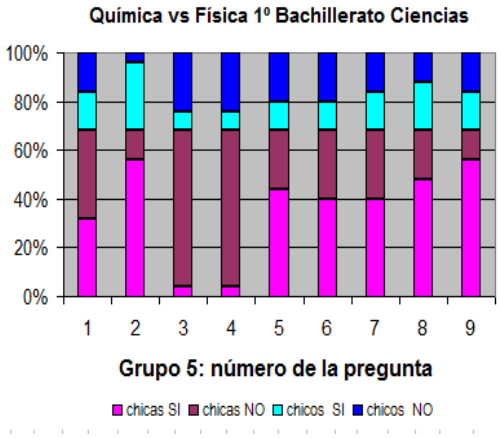


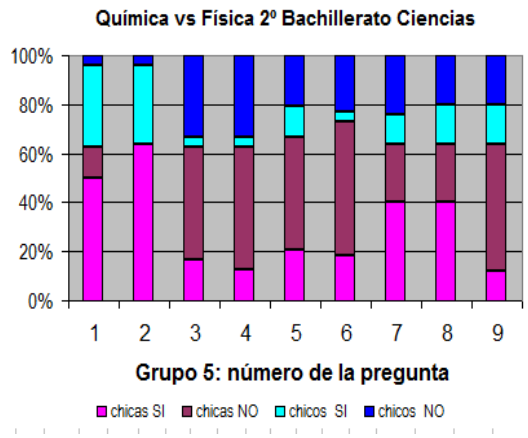
2. La Física necesita matemáticas más difíciles que la Química.
3. Las chicas comprenden mejor los contenidos de Química.
4. Los chicos comprenden mejor los contenidos de Física.
5. Las chicas prefieren las opciones científico-sanitarias.
6. Los chicos prefieren las opciones científico-técnicas.
7. Los estudios de Química son más abstractos.
8. Los estudios de Física son más concretos.
9. Hay más salidas profesionales con los estudios de Física.





Gráfica 25 y 26. Resultados a las preguntas del grupo 5 de los estudiantes de 4º ESO Letras y 4º ESO Ciencias.





Gráfica 27 y 28. Resultados a las preguntas del grupo 5 de los estudiantes de 1º y 2º de Bachillerato de Ciencias

1. Las alumnas de 4º de ESO de Ciencias y los estudiantes de 2º de bachillerato de Ciencias consideran que los estudios de Química son más fáciles que los de Física.

2. Las alumnas de 4º de ESO de la opción de Letras y la mayoría de estudiantes de la modalidad de Ciencias, sobre todo las de 2º de bachillerato, consideran que la Física necesita matemáticas más difíciles que la Química.

3. Mayoritariamente los estudiantes de todos los grupos no opinan que las chicas comprendan mejor los contenidos de Química.

4. Y de la misma forma tampoco consideran que los chicos comprendan mejor los contenidos de Física.

5. En 4º de ESO tanto los estudiantes de ambas opciones no consideran que las chicas prefieran las opciones científico-sanitarias. Sin embargo las alumnas de 1º de bachillerato de Ciencias, que ya se plantean las opciones del curso siguiente, sí parecen preferir las opciones científico-sanitarias. En 2º de bachillerato consideran que no, contradiciendo la matrícula, puesto que solo una chica estaba matriculada en Física, en ese curso.

6. Los resultados a la sexta pregunta son muy similares a los de la quinta. Se considera mayoritariamente que los chicos no prefieren las opciones científico-técnicas.

7. En 4º de ESO los alumnos y alumnas no tenían muy clara la diferencia entre conceptos abstractos y concretos y los de letras tampoco tenían muy clara la diferencia entre los contenidos que estudia la Física y los que estudia la Química. Las alumnas de bachillerato sí consideran mayoritariamente que los contenidos de química son más abstractos, aunque los alumnos opinan lo contrario.

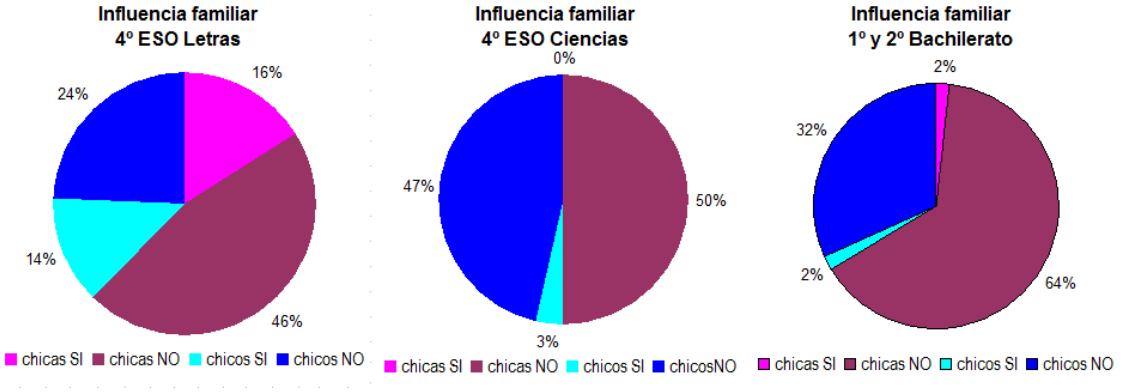
8. En el caso de los estudios de Física las chicas de bachillerato de Ciencias consideran que los estudios de Física son más concretos. Los alumnos tienen un criterio más empatado. Las chicas de Letras consideran que no.

9. Cuando se estudiaron los tópicos del grupo 1, los alumnos opinaron mayoritariamente, y sobre todo los de Ciencias, que los estudios de Letras no tenían más salidas profesionales. Salvo las chicas de 1º de bachillerato de Ciencias, el alumnado tampoco opina que haya más salidas profesionales con los estudios de Física.



Grupo 6.- Para comprobar la influencia familiar se ha propuesto el siguiente ítem:

1. Mis padres prefieren que estudie una carrera de letras. (Gráficas 29, 30 y 31)



Gráficas 29, 30 y 31. Resultados del ítem "Mis padres prefieren que estudie una carrera de letras" para los estudiantes de 4º ESO Letras, 4º ESO Ciencias y 1º y 2º de Bachillerato de Ciencias.

Se comprueba claramente que los padres no prefieren que sus hijos estudien una carrera de Letras, incluso en los alumnos que han elegido esa opción. En la opción de Ciencias resulta más evidente, y también está mucho más marcada esta influencia en el caso de las chicas que en el caso de los chicos.

Resumen

Las estadísticas sobre las elecciones de modalidad académica en los estudios de los alumnos y alumnas de la última década demuestran que el alumnado matriculado en opciones de Letras supera al matriculado en opciones de Ciencias. Sin embargo esto siempre no fue así. (Tabla 6).

Matriculados	COU		LOGSE		LOE
Curso 1993/1994	57,7 %	Curso 2000/2001	50,4 %	Curso 2008/2009	45,4 %
Curso 2000/2001	55,0 %	Curso 2007/2008	45,8 %	Curso 2015/2016	44,5 %
Disminución	2,7 %		4,6%		0,9%

Tabla 6. Alumnos matriculados en Bachilleratos de "Ciencias" en diferentes sistemas educativos
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del MECyD.

Los cambios en los sistemas educativos, también han ido asociados al aumento del número de mujeres que una vez acabada la educación primaria continúan con la educación secundaria. Una de las principales aportaciones de



la LOGSE fue la ampliación de la edad de escolarización obligatoria hasta los 16 años. Esto aumentó el porcentaje de mujeres que pudieron seguir estudiando, porque con la Ley de Reforma Educativa muchas niñas dejaban los estudios al acabar la Educación General Básica. Sin embargo, la distribución del alumnado matriculado por sexo empieza a computarse desde el curso 2003/2004. Por tanto, no podemos comprobar si esa disminución en el porcentaje de alumnos matriculados en opciones de Ciencias en el sistema LOGSE está relacionada con el hecho estadísticamente observado de que las alumnas se matriculan mayoritariamente en las ramas de Humanidades, ya que las mujeres representan más del 50 % de alumnos matriculados en Bachillerato, por lo cual su contribución a las estadísticas es apreciable. Sí que podemos comparar la evolución en el sistema LOE, según los datos de la tabla 7.

	Humanidades Hombres	Humanidades Mujeres	Variación absoluta	Ciencias Hombres	Ciencias Mujeres	Variación absoluta	Artes Hombres	Artes Mujeres	Variación absoluta
Curso 2006/2007	42,0%	57,4%	15,4%	55,0%	38,1%	16,9%	3,0%	4,5%	1,5%
Curso 2015/2016	44,6%	51,1%	6,5%	50,6%	42,2%	8,4%	4,0%	6,7%	2,7%
Variación	2,6%	-6,3%		-4,4%	4,1%		1,0%	2,2%	

Tabla 7. Variación en los porcentajes de las elecciones de las estudiantes y los estudiantes por sexo, entre las distintas modalidades de bachillerato LOE en los últimos 10 años.
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del MECyD

Las diferencias observadas en las elecciones académicas de los estudiantes y las estudiantes de este siglo, parece que se debe en parte a que el currículo está más orientado hacia las letras, porque se imparten más horas, y al final acaban eligiendo esta opción un 60% del alumnado.

Van disminuyendo las diferencias entre el porcentaje de chicos y chicas que luego hay dentro de cada opción.

En la opción de Ciencias a las chicas parece resultarles más fácil la Química que la Física, parece que bastante condicionado por los contenidos matemáticos, por ello acaban estudiando en mayor porcentaje opciones relacionadas con las ramas de Ciencias de la Naturaleza y de la Salud, que con la rama Tecnológica.



Por otro lado el "tradicional prestigio de las salidas profesionales" que acompaña a las carreras de Ciencias, (pero que también es resultado de la estadística: si hay menor porcentaje de alumnado, tendrán más opciones de trabajo), condiciona la opinión de los padres, sobre todo en las chicas, que son en las que parece pesar más esta influencia.

Agradecimientos

Quiero agradecer a la secretaría del IES Lluís Simarro Lacabra su cooperación al permitirme recopilar los datos necesarios sobre la matriculación, y a todo el alumnado de 4º ESO y de los bachilleratos de la opción de Ciencias que participaron en la encuesta, su desinteresada colaboración.

Referencias

[1] Datos y cifras. Cursos escolares 1995/1996; 1996/1997, 1997/1998 1998/1999, 1999/2000, 2000/2001, 2001/2002, 2002/2003, 2003/2004, 2004/2005, 2005/2006, 2006/2007, 2007/2008, 2008/2009, 2009/2010, 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013, 2013/2014, 2014/2015 y 2015/2016. Ministerio De Educación, Cultura y Deporte. Publicación anual elaborada por la Subdirección de Estadística y Estudios del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte Disponible en https://www.mecd.gob.es/servicios-al-ciudadano-mecd/estadisticas/educacion/indicadores-publicaciones-sintesis/datos-cifras.html.

[2] Echebarria, A, Valencia, J., Ibarbia, C. Y Garcia, L., (1992). Identidad social de género, evaluaciones intercategoriales, y percepción social. *Revista de Psicología Social.* Monográfico, 21-35.

[3] España en cifras. Educación. Años: 2013, 2014, 2015, 2016, 2017. Instituto Nacional de Estadística.

[4] http://www.ine.es/ss/Satellite?L=es_ES&c=INEPublicacion_C&cid=1259924856416&p=1254735110672&pagename=ProductosYServicios%2FPYSLayout&param1=PYSDetalleGratuitas

[5] Gracia, E., Musitu, G. Y Escarti, A. (1988). La socialización en la familia: técnicas de disciplina en función del sexo. En J. Fernández (Coord.), *Nuevas perspectivas en el desarrollo del sexo y el género.* Madrid, Pirámide, pp. 227-248

[6] Ley 14/1970, de 4 de agosto, General de Educación y Financiamiento de la Reforma Educativa. BOE núm. 187 del 6 de agosto de 1970. pp 12525-12546. Recuperada de https://www.boe.es/boe/dias/1970/08/06/pdfs/A12525-12546.pdf

[7] Ley Orgánica 1/1990, de 3 de octubre, de Ordenación General del Sistema Educativo. (LOGSE). BOE» núm. 238, de 4 de octubre de 1990, pp 28927-28942. Referencia:BOE-A-1990-24172. *https://www.boe.es/boe/dias/1990/10/04/pdfs/A28927-28942.pdf*



[8] Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. (LOE) Boe núm. 106, de 4 de mayo de 2006. Referencia BOE-A-2006-7899
[9] Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE), BOE núm. 295, de 10 de diciembre de 2013. pp. 97858-97921 Referencia BOE-A-2013-12886
[10] López Sáez, M. (1995) La elección de una carrera típicamente femenina o masculina. Desde una perspectiva psicosocial: la influencia de género. Ministerio de Educación y Ciencia. Subdirección General de Información y Publicaciones.
[11] OCDE (2017). Panorama de la Educación 2017: Indicadores de la OCDE. Informe español. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. https://www.mecd.gob.es/inee/indicadores/indicadores-internacionales/ocde.html
[12] Val Castillo, O. (2017) El difícil camino de la mujer en la ciencia. *Modelling in Science Education and Learning.* 10 (1), 37-52 doi: 10.4995/msel.2017.6359.

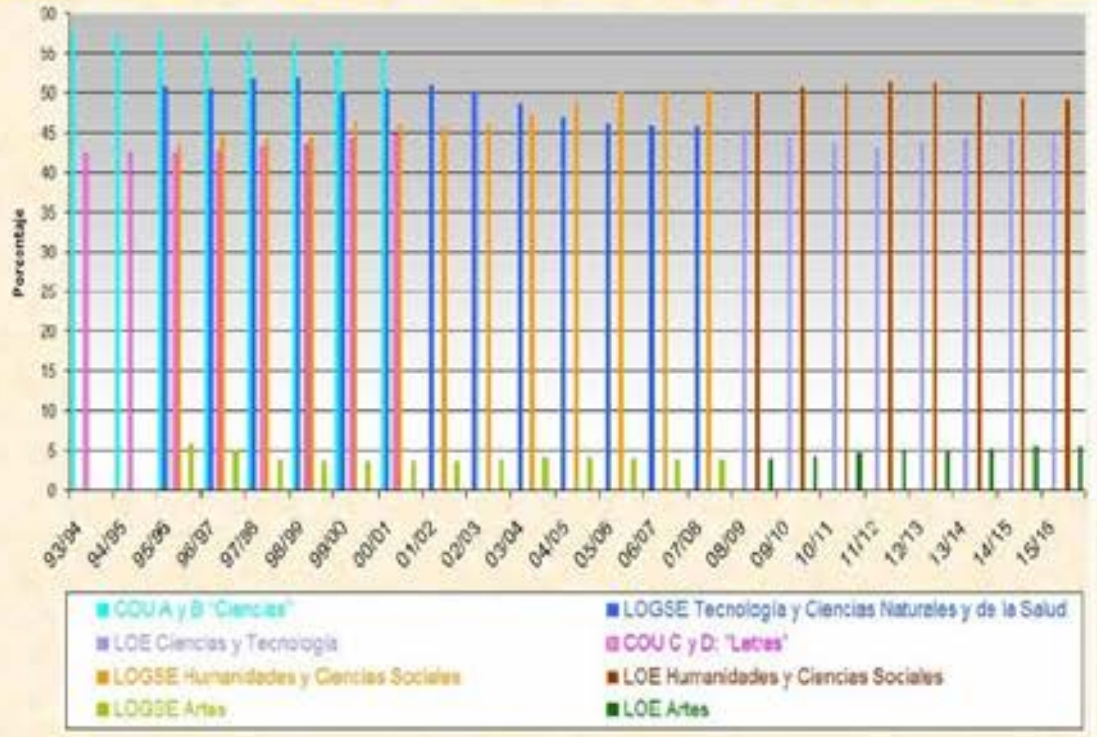


LAS ELECCIONES ACADÉMICAS DE LAS ESTUDIANTES Y LOS ESTUDIANTES DEL SIGLO XXI

Otilia Val Castillo. val_oti@gva.es IES Lluis Simarro Lacabra (Xátiva)

Alumnos matriculados por modalidad y sistema educativo entre los cursos 1993-1994 y 2015-2016

Fuente: Datos y Cifras de la Educación en España. Ministerio de Educación, Ciencia y Deporte. Elaboración propia



CONCLUSIONES

- Si sumamos las opciones A (Científico-Tecnológica) y B (Biosanitaria) de COU, y las modalidades de Tecnología y Ciencias Naturales y de la Salud de la LOGSE, y comparamos, podemos observar que en los últimos cursos de COU (vigente hasta 2000-2001) los alumnos/as de Ciencias fueron disminuyendo de un 58% hasta alcanzar en el curso 2007-2008 un 46 % aumentando en consecuencia los alumnos matriculados en Humanidades y Ciencias Sociales, que pasarían del 42 % al 51 % en ese intervalo de tiempo.
- En el sistema LOGSE el porcentaje de alumnos/as de las modalidades de Tecnología y Artes continúa disminuyendo, mientras que en la modalidad de Ciencias Naturales y de la Salud, se mantiene prácticamente constante y en la de Humanidades y Ciencias Sociales aumenta ligeramente.
- Con la entrada en vigor de la LOE, se observa, un aumento de alumnos matriculados en la modalidad de Artes con un ligero descenso de matriculados en Humanidades y Ciencias Sociales, y un mantenimiento de Ciencias y Tecnología.

Porcentaje de horas de instrucción dedicadas a "Lenguas" y "matemáticas-ciencias".

Fuente: Panorama de la Educación 2017: Indicadores de la OCDE. Elaboración propia.

	Lengua española	1ª Lengua extranjera	Total Lenguas	Matemáticas	Ciencias FyQ, ByG	Total
Primaria	23 %	11 %	34 %	19 %	7 %	26 %
Secundaria	17 %	12 %	29 %	13 %	11 %	24 %

Eje cronológico de las Leyes Orgánicas Reguladoras del Sistema Educativo

1857	1970	1990	2002	2006	2013
LIP: Ley Moyano	LGE	LOGSE	LOCE	LOE	LOMCE
Escuelas separadas y currículum diferenciado. 1870: Asociación para la Enseñanza de la Mujer. 1877: Se matriculan tres mujeres en Universidad de Medicina de Barcelona. 1882: Se suspende la admisión de mujeres a enseñanza superior. 1888: Las mujeres pueden estudiar sin asistir a clase con examen final. 1910: Las mujeres ya no necesitan el permiso de la Dirección General de Instrucción Pública. Podrán optar a profesiones que tengan relación con dicho Ministerio.	1980: LOECE; 1985: LODE; UNED	1995: LOPEG			
Edad obligatoria: 6-9	6-14	6-16	6-16	6-16	6-16

INTRODUCCIÓN

Las estadísticas sobre las elecciones de modalidad de los alumnos y alumnas de la última década demuestran que el alumnado matriculado en opciones de letras supera al matriculado en opciones de ciencias.

Después de hacer un repaso de las leyes educativas que se han ido implantado en España y teniendo en cuenta que los chicos y las chicas que acceden actualmente a la Universidad han contado con una enseñanza igualitaria, se sigue observando un sesgo de género a la hora de la elección de ramas de estudio, de forma que hay mayoría de mujeres en carreras "más típicamente femeninas" y siguen siendo minoría en las Ingenierías y carreras de las TIC, a pesar de que las estadísticas demuestran que el porcentaje de chicas que estudian en la universidad supera al de chicos, que aprueban en mayor proporción la selectividad y de que el abandono escolar temprano también es menor entre las chicas que entre los chicos.

Estas diferencias en la elección de carreras universitarias vienen marcadas desde las modalidades de estudios elegidas en el bachillerato, ya que esto condiciona en gran medida, después de la nota obtenida en las pruebas de acceso a la universidad, los estudios universitarios escogidos.

OBJETIVO

La presente comunicación pretende realizar un acercamiento estadístico a las diferencias en las elecciones de modalidad que se observan ya desde la secundaria obligatoria, y a partir de una encuesta realizada, a algunas ideas e influencias que están presentes en los alumnos preuniversitarios.

ENCUESTA Y CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta que los chicos y las chicas que acceden actualmente a la universidad han contado con una enseñanza igualitaria y puesto que la elección de una carrera universitaria, viene bastante condicionada por las ramas cursadas en el bachillerato y por la modalidad previamente elegida en 4º de ESO, hemos preguntado a estos alumnos y a los de Bachillerato de Ciencias, del curso 2017-2018 del IES Lluís Simarro Lacabra (115 en total) sobre sus preferencias a la hora de elegir rama de estudios y sobre algunos tópicos encontrados entre los años 2003 y 2007 por la profesora en Sociología de la UNED, Mercedes López Sáez.

El cuestionario constaba de 19 preguntas generales y 9 más específicas sobre los estudios de Ciencias.

- Se mantienen los tópicos en cuanto a las menores salidas profesionales de los estudios de las ramas de Letras.
- Sin embargo, los alumnos de Letras no consideran que sean estudios fáciles, cómodos, llevaderos y prácticos, mientras que los alumnos de la opción de Ciencias si consideran que son estudios difíciles, arduos, áridos y trabajosos.
- Los alumnos de la opción de Ciencias, tienen claro que estas disciplinas requieren dominar muchos contenidos a la vez, sobre todo matemáticas. Curiosamente las alumnas son las que lo tienen más presente. Muchos reflejan que el problema de estudiar ciencias está en el dominio de las matemáticas.
- Los alumnos sí parecen observar que se imparten más horas de asignaturas relacionadas con las letras que relacionadas con las ciencias, pero no consideran que les gustarían más si el número de horas ofrecidas fuese mayor. Aunque los de la opción de Ciencias sí que opinan mayoritariamente que con más prácticas de laboratorio les gustarían más las Ciencias (ello implicaría disponer de más horas de instrucción).
- En la opción de Ciencias a las chicas parece resultarles más fácil la Química que la Física, parece que bastante condicionado por los contenidos matemáticos, por ello acaban estudiando en mayor porcentaje opciones relacionadas con las ramas de Ciencias de la Naturaleza y de la Salud, que con la rama Tecnológica.
- Por otro lado el "tradicional prestigio de las salidas profesionales" que acompaña a las carreras de Ciencias, (pero que también es resultado de la estadística: como hay menor porcentaje de alumnado tendrán más opciones de trabajo), condiciona la opinión de los padres que influye fuertemente en la elección de las chicas.

Resultados a la pregunta: **Mis padres prefieren que estudie una carrera de letras.**



BIBLIOGRAFÍA

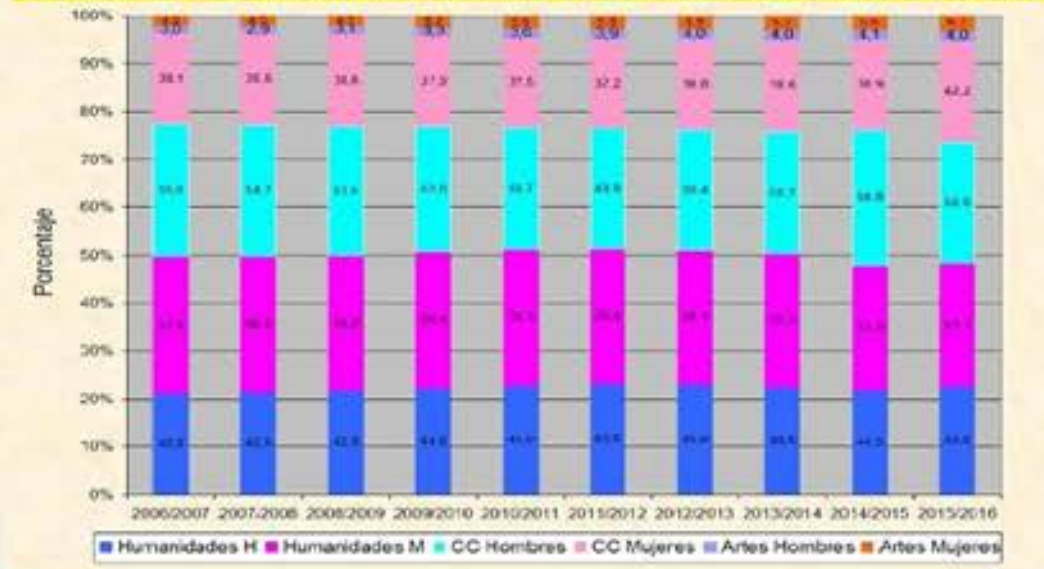
Datos y cifras. Curso escolar 2015/2016 ... Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Publicación anual elaborada por la Subdirección de Estadística y Estudios del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Disponible en: http://www.mecd.gob.es/...

LÓPEZ SÁEZ, M. (1995) La elección de una carrera típicamente femenina o masculina. Desde una perspectiva psicosocial: la influencia de género. Ministerio de Educación y Ciencia. Subdirección General de Información y Publicaciones.

LLANERAS, K. (2015). Género, educación y la brecha de las carreras técnicas. Recuperado de http://...

Elecciones de las estudiantes y los estudiantes entre las distintas modalidades de bachillerato LOE en los últimos 10 años, considerando también el género.

Fuente: Datos y Cifras de la Educación en España. Ministerio de Educación, Ciencia y Deporte, entre los cursos 2006-2007 y 2015-2016. Elaboración propia



CONCLUSIONES

- En la Educación Primaria y Secundaria el porcentaje de chicos matriculados es superior al de chicas (un 51,5 % de alumnos de media frente a un 48,5 % de alumnas por motivos demográficos). Sin embargo en el Bachillerato la situación se invierte pasando a ser de un 47 % de hombres matriculados frente a un 53 % de mujeres. Esto se puede explicar por el mayor porcentaje de chicos que se matriculan en ciclos formativos de grado medio que chicas y sobre todo un mayor porcentaje de hombres que pasan a cursar programas de garantía social, dos tercios, frente a un tercio de mujeres.
- El abandono escolar temprano también es mayor entre los chicos que entre las chicas.
- En el bachillerato LOE se observa un aumento en el porcentaje de chicos que elige la opción de Humanidades, disminuyendo el porcentaje de los que eligen la rama de Ciencias
- En el caso de las chicas es a la inversa: hay un descenso en el porcentaje que elige Humanidades y un aumento en el porcentaje de chicas que eligen las opciones de Ciencias y Artes.
- Más del 50 % de los alumnos que se presentan a las pruebas para el acceso a la Universidad son mujeres, por ello un 55 % de los estudiantes universitarios son mujeres, sin embargo según el *Panorama de la Educación 2017: Indicadores de la OCDE. Informe español*, las mujeres representan más del 50 % de matriculadas en todas las ramas excepto en Ingeniería y Arquitectura (26 %) con un escaso 12 % de matrícula femenina en las TIC.
- El porcentaje de mujeres matriculadas para la realización de un master supera al porcentaje de hombres.

Variación en los porcentajes de las elecciones de las estudiantes y los estudiantes por sexo, entre las distintas modalidades de bachillerato LOE en los últimos 10 años. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del MECyD	Humanidades Hombres	Humanidades Mujeres	Variación	CC Hombres	CC Mujeres	Variación	Artes Hombres	Artes Mujeres	Variación
Curso 2006/2007 (%)	42,0	57,4	+15,4	55,0	38,1	- 16,9	3,0	4,5	+ 1,5
Curso 2015/2016 (%)	44,6	51,1	+ 6,5	50,6	42,2	- 8,4	4,0	6,7	+ 2,7
Variación (%)	+ 2,6	- 6,3		- 4,4	+ 4,1		+ 1,0	+ 2,2	

RESUMIENDO

Las diferencias observadas en las elecciones académicas de los estudiantes y las estudiantes de este siglo, se deben en parte a que el currículo está más orientado hacia las letras porque se imparten más horas. Al final acaban eligiendo esta opción un 60 % del alumnado. De todas formas, var disminuyendo las diferencias entre el porcentaje de chicos y chicas que luego hay dentro de cada opción.

El porqué, una vez en la universidad, el porcentaje de alumnas es también muy elevado en prácticamente todas las carreras a excepción de las tecnológicas, quizá esté influenciado según las teorías psicosociales con las expectativas de éxito futuro y la motivación de logro, ya que el 71 % de los hombres con estudios de ciencias acaban teniendo profesiones en ingeniería, matemática o estadística, mientras que solo el 43 % de las mujeres con esos estudios acaban en esas ocupaciones (Llaneras, 2015).

Burjassot (Valencia) 9 y 10 de noviembre de 2018

II CONGRESO INTERNACIONAL CTEM DE LA COMUNIDAD VALENCIANA: STEM para la ciudadanía

Las salidas de campo como método integrador en secundaria

Monzó Garrido, Sandra y Mayoral García-Berlanga, Olga.
sanmonga@alumni.uv.es, olga.mayoral@uv.es
Departamento de didácticas de las ciencias y experimentales y sociales. Facultad de Magisterio. Jardí Botànic de la Universitat de València. Universitat de València.

Modalidad: Póster.
Nivel educativo: Secundaria y bachillerato.

Resumen

El Parc Natural de l'Albufera de València es un entorno muy rico ubicado cerca de la ciudad de València. A pesar de la importancia del conocimiento del territorio y del entorno natural, social y cultural del alumnado, se trata de un espacio protegido poco conocido por los valencianos. Todo ello nos llevó a desarrollar una salida al parque natural, empleando dos metodologías de trabajo: los alumnos de 4º de ESO, en relación con el temario de Ecología de la asignatura de Biología y Geología, se dividieron en grupos de cuatro personas y se les adjudicó un tema relacionado con el temario dado en clase y que tenían que vincular con aquello visto en la salida para luego exponerlo ante sus compañeros. Los alumnos de 1º de bachillerato, en relación con la asignatura de Cultura científica, tuvieron que escribir un artículo científico cuyos datos fueron recogidos y analizados por ellos mismos en el parque natural y en el laboratorio del centro. Los resultados obtenidos en las pruebas finales de ambos grupos fueron muy positivos, ya que los alumnos aprendieron con una mayor calidad al relacionar la teoría de clase con aquello visto fuera del aula. A su vez, durante la realización de los distintos trabajos, algunos alumnos mostraron interés en aspectos relacionados con el entorno y con otras asignaturas que cursaban. Con este trabajo se propone el uso de las salidas como método integrador de diferentes asignaturas para obtener una mayor comprensión por parte del alumnado sobre su entorno.

Palabras clave: *Salida de campo, integración, Ecología, Parque Natural de l'Albufera de València.*

El Parc Natural de l'Albufera de València es un entorno muy rico ubicado cerca de la ciudad de València. Para comprobar el conocimiento de los alumnos de



4º de ESO (26 alumnos) y 1º de Bachillerato (11 alumnos) sobre el parque natural, se realizó una encuesta y un test de conocimientos previos. Posteriormente, se decidió llevar a cabo dos metodologías diferentes para cada grupo cuya finalidad sería la de integrar el temario de cada asignatura en una salida de campo para que los alumnos pudieran comprender con mayor claridad aquello visto en clase.



Figura 1. Lugar de la salida: Centro de interpretación Racó de l'Olla en l'Albufera de València.

Los alumnos de 4º de ESO, en relación con el temario de *Ecología* de la asignatura de *Biología y Geología*, se dividieron en grupos de cuatro personas y se les adjudicó un tema relacionado con el temario dado en clase y que tenían que vincular con aquello visto en la salida para luego exponerlo ante sus compañeros. Los temas adjudicados a cada grupo de trabajo fueron: 1) Biodiversidad del PN de la Albufera, donde los estudiantes debían relacionarlo con la temática de las redes tróficas. 2) Especies en peligro y exóticas que encontramos en el parque, donde los alumnos debían relacionarlo con la temática de los nichos ecológicos. 3) Protección del PN de la Albufera, donde los alumnos debían relacionarlo con la temática de los grados de protección de

los espacios naturales. 4) Problemáticas que encontramos en el PN de la Albufera, donde los alumnos debían relacionarlo con los problemas medioambientales. 5) Relaciones y factores socio-económicos del parque, donde los alumnos relacionaron el temario de asignaturas como historia, economía o geografía con aquello visto en el parque, integrando de esta forma no únicamente el temario de una asignatura a la salida, si no la de varias asignaturas.

Los alumnos de 1º de bachillerato, en relación con la asignatura de *Cultura científica*, tuvieron que escribir un artículo científico cuyos datos fueron recogidos y analizados por ellos mismos en el parque natural y en el laboratorio del centro. Previamente, los alumnos recibieron clases sobre la ecología del lugar y sobre la redacción de un artículo científico, integrando de esta forma la materia de lengua castellana, enseñando a los alumnos a como redactar un texto científico. A su vez, los alumnos realizaron una guía de aves que posteriormente utilizaron tanto en un concurso de identificación de especies que se llevó a cabo en el aula, como en la salida de campo. Esta guía se repartió a los alumnos de la clase de 4º de ESO durante la salida para que pudieran reconocer las aves del lugar más fácilmente, ya que los alumnos debían rellenar una tabla durante la salida señalando las especies que veían, en qué lugar y su comportamiento. Esta información recogida por todos serviría posteriormente para que los alumnos de 1º de Bachillerato pudieran realizar parte de su artículo científico. Por último, ambos cursos realizaron una prueba donde se comprobaron los conocimientos adquiridos por los estudiantes al finalizar el proyecto.

Los resultados obtenidos en las pruebas finales de ambos grupos fueron muy positivos, ya que los alumnos aprendieron con una mayor calidad al relacionar la teoría de clase con aquello visto fuera del aula. A su vez, durante la realización de los distintos trabajos, algunos alumnos mostraron interés en aspectos relacionados con el entorno y con otras asignaturas que cursaban.



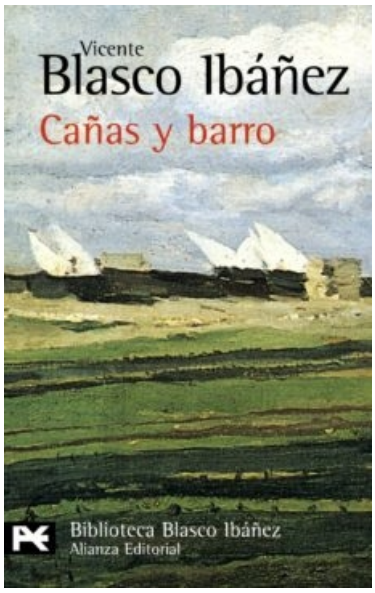
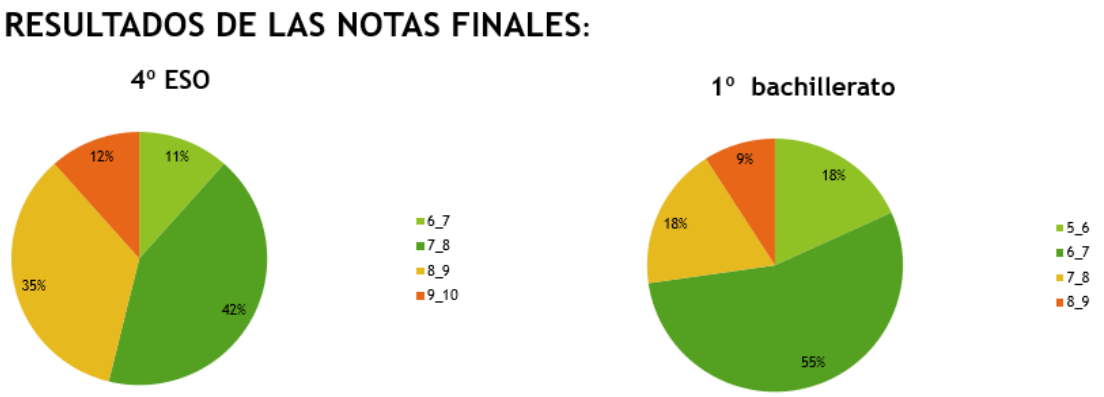


Figura 2. Libro con temática de l'Albufera de València en el que los alumnos se interesaron.

Con este trabajo se propone el uso de las salidas como método integrador de diferentes asignaturas para obtener una mayor comprensión por parte del alumnado sobre su entorno. Para ello, se instaría a los profesores de las asignaturas cuyas materias podrían tratarse en una salida específica que dedicaran una clase para dar una breve explicación sobre el tema o incluso llevar a cabo un trabajo más exhaustivo usando el parque como eje central. Si no fuera posible la coordinación de los distintos departamentos, se propone que el mismo profesor responsable de la salida explique brevemente el temario relacionado de dichas asignaturas.



Gráfica 1. Resultados de las notas finales del proyecto por curso.

De esta forma, en base a los resultados obtenidos por la metodología comentada previamente, en este caso específico los alumnos vieron como las diferentes asignaturas que estudian en el centro pueden extrapolarse y ser útiles en la vida real para comprender la importancia de un lugar tan especial y como este ha influenciado y afectado al arte y la historia actual.

Referencias

[1] Caicedo Posso Y. (2010) La salida de campo como estrategia pedagógica aplicación de la experiencia. *Revista de educación y pensamiento,*17, 7-22.

[2] Costa, M., & Mansanet, J. M. (1980). Los ecosistemas dunares levantinos: la Dehesa de la Albufera de Valencia. In *Anales del Jardín Botánico de Madrid* (Vol. 37, No. 2, pp. 277-299). Real Jardín Botánico.

[3] De Jaime Loren C., Naval Subías E. & Pérez Grijalbo R. (2006) Escuela de jóvenes naturalistas: de cómo introducir en la observación y estudio de la naturaleza del Jiloca. *Xiloca*, 34, pp. 61-80.

[4] Miracle, M. R., García, M. P., & Vicente, E. (1984). Heterogeneidad espacial de las comunidades fitoplanctónicas de la Albufera de Valencia. *Limnetica*,*1*(1), 20-31.

[5] Sánchez Díaz, J. (1991). Plan Especial de protección del Parque Natural de la Albufera. *Generalitat Valenciana. Conselleria de Medi Ambient. Valencia*.

[6] Yus Ramos, R. (1988). Características de una metodología investigativa para el aprendizaje constructivista y significativo de las Ciencias Naturales de Bachillerato. *Revista Investigación en la Escuela*, (4), 59-64.



Las salidas de campo como método integrador en Secundaria

Sandra Monzó Garrido y Olga Mayoral García-Berlanga

INTEGRACIÓN MEDIANTE

Temario de la asignatura de *Biología* y el mundo del alumno

Diferentes cursos

Diferentes asignaturas cursadas por los alumnos

Alumnado de 4º de ESO con el temario de *Ecología* de la asignatura de *Biología y Geología*.

Alumnado de 1º de Bachillerato en relación con la asignatura de *Cultura científica*.

Matemáticas, Biología y Geología, Cultura científica, Química, Castellano, Valenciano, Historia, Arte y diferentes valores como el de compañerismo, cuidar el medio ambiente, aprender a trabajar en grupo, aprender a realizar proyectos y búsqueda de información.

Se realizó una salida de campo al PN de la Albufera; un espacio natural protegido próximo a la ciudad de Valencia. En ella encontramos una laguna, ecosistemas dunares, un bosque y campos de arroz.

Llevaron a cabo un censo de especies durante la excursión y tras ésta, realizaron por grupos exposiciones relacionando el temario de *Ecología* con la salida al campo. Los temas fueron:

1) Biodiversidad del PN de la Albufera, en que debían relacionarlo con la temática de las redes tróficas.
2) Especies en peligro y exóticas invasoras que encontramos en el parque. El alumnado debía relacionarlo con la temática de los nichos ecológicos.
3) Protección del PN de la Albufera. Debían relacionarlo con la temática de los grados de protección de los espacios naturales.
4) Problemáticas en el seno del PN de la Albufera. Debían relacionarlo con los problemas medioambientales.
5) Relaciones y factores socio-económicos del parque. Relacionaron e integraron el temario de varias asignaturas como historia, economía o geografía con aquello visto en el parque.

Elaboraron una guía de aves que se utilizó durante la salida al campo por ambos cursos para hacer un censo de especies y poder escribir un artículo científico cuyos datos fueron recogidos y analizados por ellos mismos en el parque natural y en el laboratorio del centro.

Por último, ambos grupos realizaron una prueba de conocimientos del temario tratado.



Figura 1. Guía de aves realizada por los alumnos de 1º de Bachillerato.



Figura 2. Parc Natural de l' Albufera de València.



Figura 4. Alumnos analizando las muestras tomadas en la salida al campo en el laboratorio del centro.



Figura 3. Parc Natural de l'Albufera de València. Racó de l'Olla.

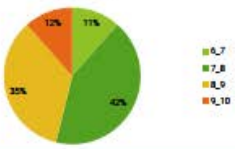
CONCLUSIONES:

Algunos alumnos mostraron interés en aspectos relacionados con el entorno y con otras asignaturas que cursaban.

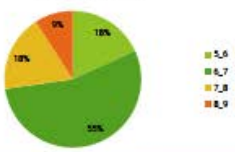
Con este trabajo se propone el uso de las salidas como método integrador de diferentes asignaturas para obtener una mayor comprensión por parte del alumnado sobre su entorno.

RESULTADOS DE LAS NOTAS FINALES:

4º ESO



1º bachillerato



Producción de fármacos: Un taller interdisciplinar de ciencia en contexto

Asunción Navarro Llopis
susananavarro@iesbenetusser.org
IES Maria Carbonell i Sánchez. Benetússer

Modalidad: Póster.
Nivel educativo: Educación Secundaria Obligatoria.

Resumen

En este trabajo se ofrece una visión que abarca todo el proceso de producción de un fármaco desde la fase de i+d hasta la salida al mercado, incluyendo una valoración de los aspectos éticos, legales y sociales. El método científico será el guión que oriente cada una de las fases del trabajo, prestando especial atención a la formulación de hipótesis, el diseño de experimentos para la verificación de las mismas, el tratamiento de datos y la consecución de las destrezas y habilidades propias del trabajo del laboratorio. El objetivo que se persigue es el de poner en contexto de los conocimientos que adquiere nuestro alumnado. Con demasiada frecuencia constatamos que el alumado tiene dificultades para aplicar a situaciones de la vida cotidiana los contenidos teóricos que se explican en el aula. La ventaja que presenta una visión en contexto es la de darle la vuelta a este problema: partiendo de una situación real, se indaga y se exploran aquellos contenidos que serán útiles para entender la situación planteada. Tras la aplicación del recurso, se han observado en el alumnado mejoras significativas respecto a la situación de partida en relación a su iniciativa y motivación, a su capacidad crítica y a las destrezas propias del trabajo en el laboratorio .

Palabras clave: Fármacos, toxicidad, síntesis de aspirina, química en contexto..

1. Introducción

Desarrollamos este proyecto en la asignatura Ciencias Aplicadas a la Actividad Profesional del 4º curso de Educación Secundaria Obligatoria. El grupo está compuesto por 12 alumnos cuya proyección académica y profesional se orienta en lineas generales hacia los ciclos formativos de grado medio. En este contexto particular, abordamos el proyecto con un triple objetivo:



- Por un lado, proporcionar al alumnado conocimientos sobre la metodología que se aplica en cualquier estrategia científica, pero también dotarle de las destrezas y habilidades propias del trabajo en el laboratorio.
- Generar la motivación que les saque de esa especie de inercia en la que algunos de ellos se han instalado tras haber ido acumulando varios fracasos académicos.
- Dotarle de criterios que le permitan valorar con capacidad crítica los problemas y situaciones con los que se encontrará en el futuro tanto en su vida personal como laboral.

Se dividió el trabajo en seis grandes apartados, tal como se indica en la figura.

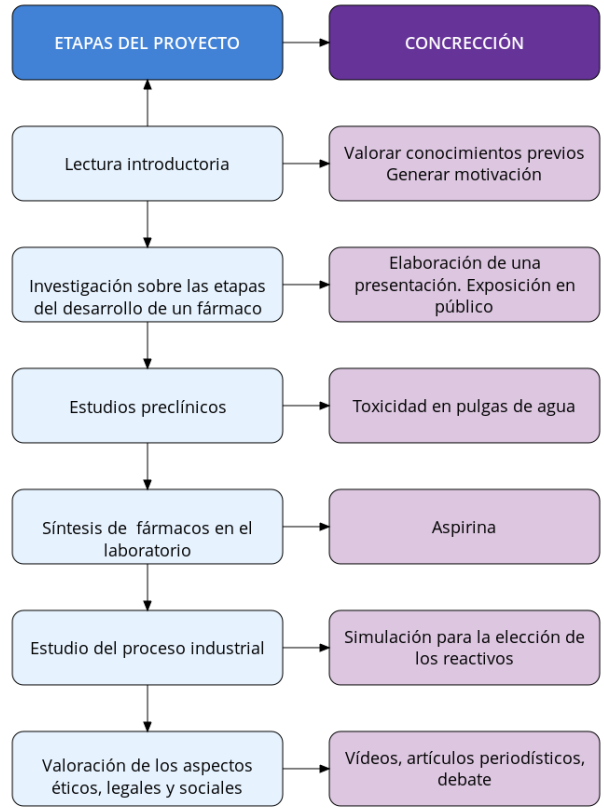


Figura 1: Estructura de la propuesta didáctica.

2. Desarrollo del proyecto

2.1. Apartado a: lectura introductoria


Inicio / Sociedad

Sesenta voluntarios se inyectan el virus del ébola en busca de una vacuna

12/10/2014 - 11:26h Twittear

Figura 2: Noticia aparecida en el diario.es el 12/10/2014.

En este apartado buscamos un doble objetivo: por un lado, valorar los conocimientos previos del alumnado y por otro generar la motivación para iniciar un proceso de indagación.

Partimos de un par de artículos periodísticos sobre un asunto que generó gran controversia y alarma social: un caso de ébola en españa que obligó a las autoridades sanitarias a acelerar los procedimientos para la obtención de un fármaco que permitiera el tratamiento de la enfermedad. La lectura y posterior discusión nos obliga a plantearnos varios asuntos, por ejemplo: qué es un placebo, cómo se valora la seguridad de un medicamento, quién y cómo deciden qué se investiga, el papel del científico y de la sociedad.

La pregunta que finalmente orientará nuestra investigación será: «¿y cuál es el procedimiento "normal" para la elaboración de fármacos?». Ello nos lleva al apartado siguiente: un estudio de las generalidades del proceso que los alumnos investigarán y expondrán públicamente.

2.2. Apartado b: el proceso de desarrollo de un fármaco

Se les pide a los alumnos que elaboren una presentación sobre el proceso de desarrollo de un fármaco. El interés de esta actividad está en la obtención de información utilizando distintas fuentes y la exposición en público utilizando la

terminología científica adecuada. Llama especialmente la atención del alumnado los tiempos empleados en todo el proceso, y la cantidad de profesionales implicados, lo cual da ocasión para discutir largamente sobre los métodos de la ciencia, el trabajo en equipo, los recursos que se necesitan para llevar a cabo una investigación científica, y las consecuencias de que se produzca un corte en la financiación de una investigación que se encuentra en fase de desarrollo.

2.3. Apartado c: estudio de la toxicidad en pulgas de agua

Para las pruebas de toxicidad escogimos sustancias que los alumnos pueden encontrar con facilidad en su vida diaria: café, aspirina, vino de mesa y tabaco.

2.3.1. Formulación de hipótesis:

La primera hipótesis se refiere al propio resultado de nuestro estudio ¿cuál será la sustancia más tóxica? Tras un debate inicial, los alumnos las ordenan de la siguiente forma: toxicidad decreciente: aspirina>alcohol>nicotina>café

Siguiente hipótesis ¿cuál es el componente responsable de la toxicidad en cada sustancia? Recogemos nuestra hipótesis en la tabla 1. Discutimos cómo podríamos averiguar si nuestra suposición es cierta. Los alumnos sugirieron algunos experimentos. Por ejemplo, en el caso del café se podría incluir en el ensayo una disolución de café descafeinado.

2.3.2. Preparación de disoluciones:

Estas fueron las disoluciones de partida:

Sustancia	Principio activo	Solubilidad en agua a 20ºC (mg/mL)	Cantidad	Agua necesaria
Aspirina	Ácido acetil salicílico	3,3	500 mg/tableta	150mL
Vino	Alcohol etílico	Cualquier proporción	12.5% (v/v)	Utilizar sin disolver
Tabaco	Nicotina	1000	1,1 mg/cigarrillo	100 mL en caliente
Café	Cafeína	21,7	72mg/100mg café	Utilizar sin disolver

Tabla 1



2.3.3. Recogida de las daphnias



Figura 3: Mallada del Saler

Para poder comparar los resultados entre diferentes tóxicos y disponer de estándares es necesario cumplir unos requisitos:

- Trabajar con seres vivos de especies perfectamente determinadas, en las mismas condiciones de cultivo y de origen controlado (nunca de poblaciones naturales).
- Controlar todos los parámetros durante el experimento: tª, alimentación, intensidad de luz, calidad del agua y material empleado.

Sin embargo, en nuestro caso trabajamos con una muestra de:

- Daphnia pulex, procedentes del medio natural, recogidas por nosotros mismos en las proximidades de la albufera, concretamente en la mallada de el saler,
- Daphnia magna, procedentes de un cultivador que suministraba alimento vivo para acuarios.

Aunque no son las condiciones idóneas para un ensayo de toxicidad, ello nos permitió discutir por qué no era así y considerar cuáles serían las mejores condiciones.

2.3.4. Ensayo : estudio de la dosis letal media

Preparamos en un vaso de precipitados 100 mL de la disolución inicial de cada una de las sustancias de nuestro estudio y a partir de ella realizamos diluciones 1:10. Transferimos 10 daphnias a cada uno de los tubos de ensayo. Después colocamos las gradillas en el acuario y contamos el número de supervivientes con movilidad a las 24h.

Los resultados se muestran en los siguientes gráficos:

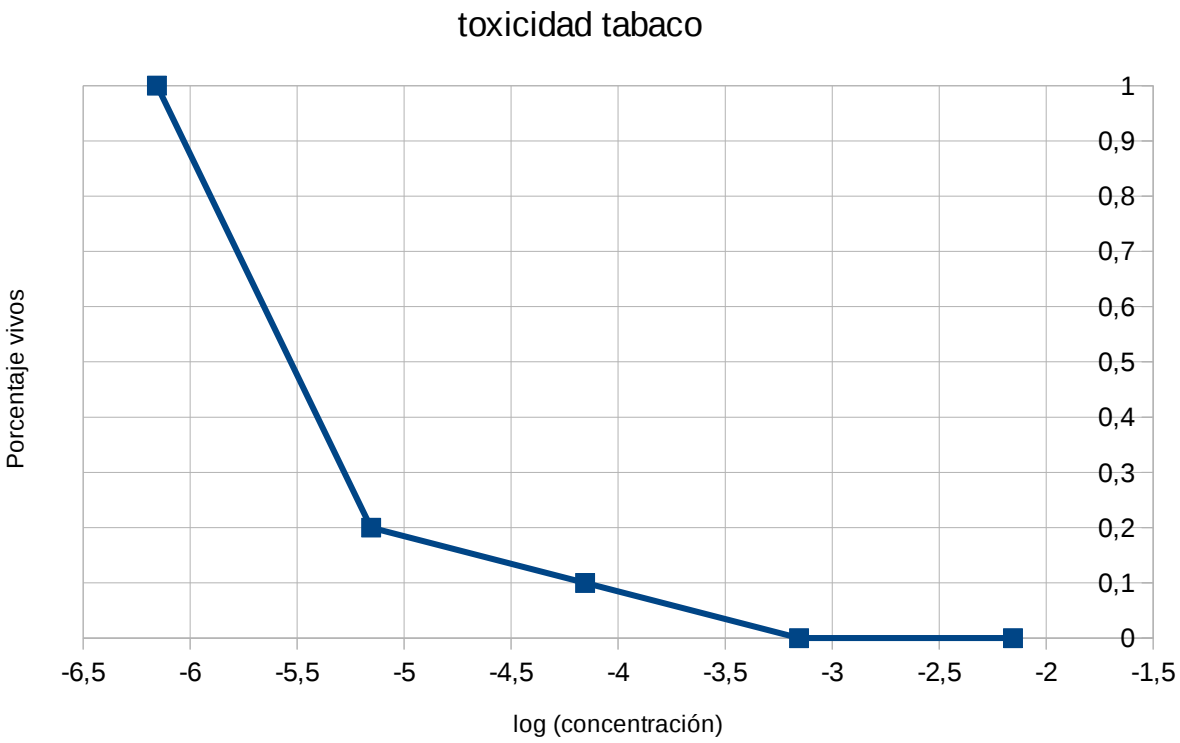


Gráfico 1: ejemplo del resultado obtenido para el tabaco

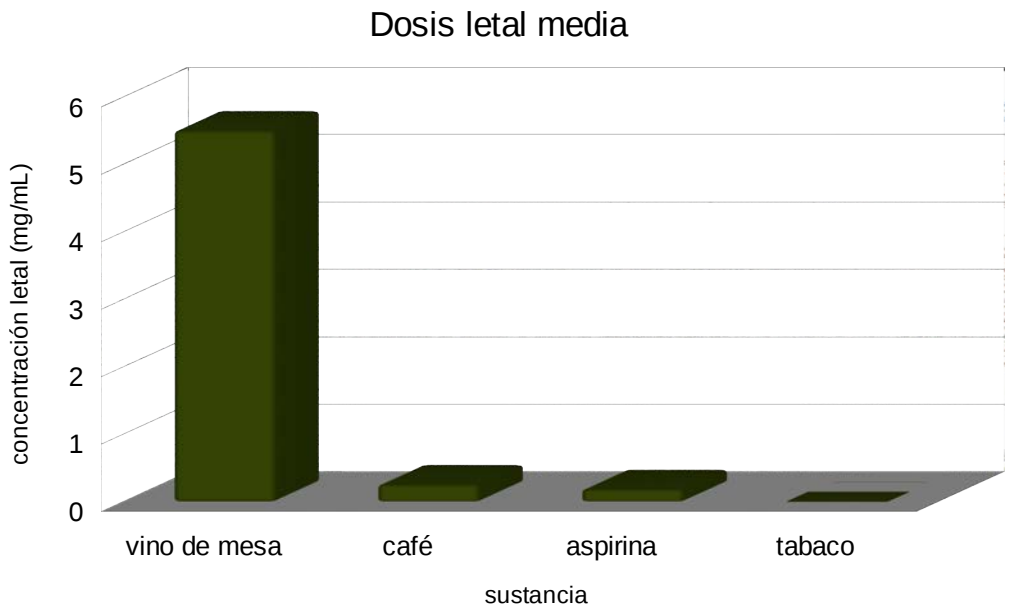


Gráfico 2_: comparativa de resultados para las cuatro sustancias del estudio

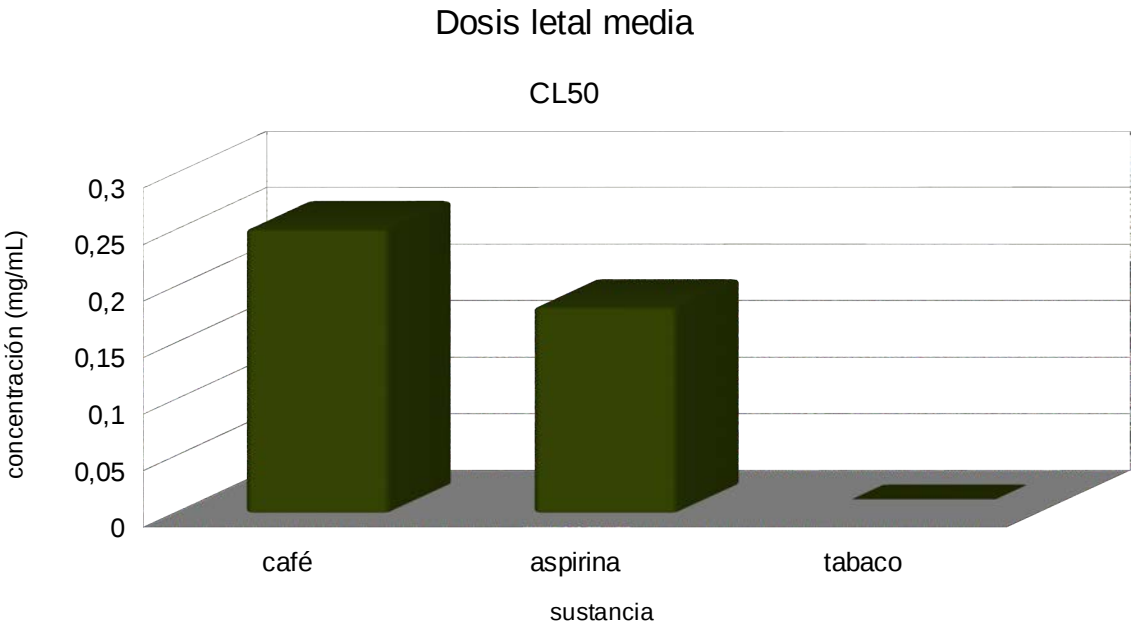


Gráfico 3: ampliación para la comparativa de las sustancias de mayor toxicidad

2.3.5. Interpretación y conclusiones

Los alumnos comparan los resultados obtenidos con los esperados. Rehacen el orden de toxicidad. Hacen observaciones en las que extrapolan los resultados obtenidos a aspectos de su propia vida diaria, como en el caso de la elevada toxicidad de la nicotina. Discuten si lo que es tóxico para la daphnia es tóxico para los seres humanos y valoran la necesidad de hacer ensayos en otras especies, incluyendo la humana.

2.4. Apartado d: síntesis de la aspirina

La síntesis de la aspirina es una reacción relativamente sencilla. Sin embargo, en esta práctica se utilizan diferentes técnicas habituales en el laboratorio:

- Filtración por gravedad
- Filtración a vacío
- Purificación por recristalización
- Determinación del punto de fusión



Figura 4: filtración por gravedad.



Figura 6: filtración a vacío.



Figura 5: determinación del punto de fusión.

Resultados:



Figura 7: cristales de aspirina obtenidos tras la purificación.

Los alumnos deben ser asistidos en los cálculos teóricos, pero tras pesar la sustancia y observar la cantidad obtenida a partir de 1 g de ácido salicílico, se introduce la noción de rendimiento de la reacción y se valoran los puntos en los que se puede haber perdido parte del producto.

Prestamos especial atención a realizar correctamente las operaciones del laboratorio, para lo cual hemos estudiado previamente los procesos mediante descripciones, ilustraciones y vídeos.



Figura 8: colocación correcta de termómetro y capilar.



Figura 9: inicio de la fusión.

2.5. Apartado e: del laboratorio al proceso industrial

Intentamos averiguar cuáles son las diferencias entre producir el medicamento en el laboratorio o hacerlo a escala industrial. Para ello vimos un video de la royal society of chemistry. El video está en inglés y subtitulado en ese mismo idioma, por lo que no nos resultó difícil seguirlo.

El mecanismo de la reacción les resultó muy complicado a los alumnos. Sin embargo, entendieron sin demasiada dificultad los factores de los que dependía la elección de los reactivos a escala industrial como una combinación de los factores pureza/rendimiento/coste económico/riesgos.

2.6. Apartado f: aspectos éticos, legales y sociales

Dado el interés manifestado por los alumnos en los ensayos clínicos en humanos, se les pasó el documental "el niño medicado" que fue emitido en documetos tv en octubre de 2009.

3. Conclusiones de la aplicación del proyecto

Tras la aplicación del recurso, se han observado las siguientes mejoras respecto a la situación de partida:

En relación a las destrezas propias del trabajo en el laboratorio: los alumnos se mueven con soltura por el mismo y son capaces de manejar el instrumental de manera adecuada. Observan las medidas de seguridad más elementales: guardan las mochilas en los lugares destinados para ello, se recogen el cabello, usan guantes. Organizan su trabajo para optimizar el tiempo que pasan en el laboratorio. Se distribuyen las tareas y planifican las actividades

para que no haya nadie parado en ningún momento. Se han acostumbrado a leer las etiquetas de seguridad.

En relación a su iniciativa y motivación: muestran curiosidad por lo que están haciendo. Proponen modificaciones y mejoras en las técnicas utilizadas. Demuestran iniciativa. En los cálculos teóricos todavía hay que ayudarles, pero con apoyo realizan correctamente los gráficos y los interpretan adecuadamente. Muestran asombro por algunos de los resultados obtenidos y proponen alternativas que permitan profundizar en el estudio. Hacen hipótesis y son capaces de proponer experimentos para validarlas. Se interesan por cuestiones diversas, como la homeopatía o las curas para el cáncer.

En relación a su capacidad crítica: valoran la utilización del método científico aplicado adecuadamente como el elemento que permite validar una hipótesis o descartarla. Reflexionan sobre la cantidad de veces en su vida diaria que aceptan afirmaciones sin someterlas a examen. Hacen observaciones en las que extrapolan los resultados obtenidos a aspectos de su propia vida diaria. Empiezan a entender que la ciencia no es aséptica, que no se hace al margen de la sociedad y que muchas veces la investigación científica viene determinada por intereses económicos no siempre evidentes.

Referencias

[1] Álvarez, J. [et al]. (2006). *El fármaco y su desarrollo: diez preguntas y una consideración*. Anales de la química, núm 102(3), p.13-22.

[2] Environmental inquiry, (2006). *Bioassays using daphnia: why daphnia?*. Cornell university and penn state university.

[3] Russo, N. Et al]. (1995). *Toxicology for middle school. The effects of common substances on daphnia. Journal of Chemical Education*. Vol 72. Núm 1 p. 49-50

[4] Lewis, D. (2003): *Aspirin. A curriculum resource for post-16 chemistry and science courses*. Education division, the royal society of chemistry.

[5] Learn Chemistry (2016). *Aspirin screen experiment*. The Royal Rociety of Chemistry.



PRODUCCIÓN DE FÁRMACOS:
UN TALLER INTERDISCIPLINAR DE CIENCIA EN CONTEXTO

Asunción Navarro Llopis, II Congreso CTEM

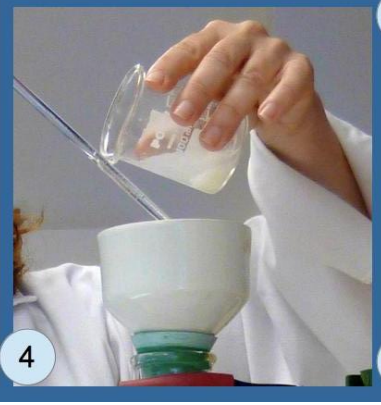
Este taller se desarrolló en el marco de la asignatura **Ciencias Aplicadas a la Actividad Profesional**

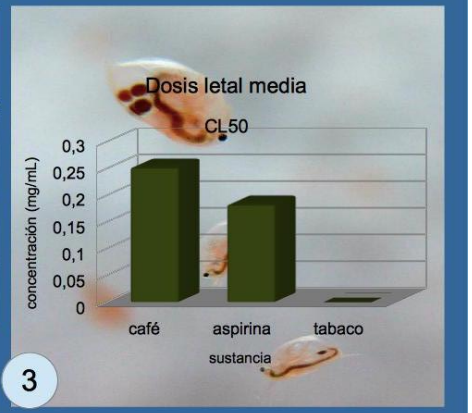
OBJETIVOS:

- Proporcionar al alumnado conocimientos sobre la **metodología** que se aplica en cualquier investigación **científica.**
- Dotarle de las **destrezas** y habilidades propias del trabajo en el **laboratorio.**
- Generar **motivación.**
- Dotar al alumnado de **criterios** que le permitan valorar con **capacidad crítica** los problemas y situaciones con los que se encontrará en el futuro tanto en su vida personal como laboral.

ETAPAS DEL PROYECTO	CONCRECCIÓN
Lectura introductoria (1)	Valorar conocimientos previos Generar motivación
Investigación sobre las etapas del desarrollo de un fármaco	Elaboración de una presentación. Exposición en público
Estudios preclínicos (3)	Toxicidad en pulgas de agua
Síntesis de fármacos en el laboratorio (4)	Aspirina
Estudio del proceso industrial (5)	Simulación para la elección de los reactivos
Valoración de los aspectos éticos, legales y sociales	Vídeos, artículos periodísticos, debate









Què saben de STEM els futurs docents de tecnologia?

Ortega-Torres, Enric

eortega@florida-uni.es

Florida Universitària

Modalitat: Pòster.

Nivell educatiu: Educació Secundària Obligatòria, Batxillerat.

Resum

La presència del terme STEM a la investigació educativa i als documents internacionals sobre educació científica és un fet contrastat. Aquesta realitat és coneguda pels docents de secundària? Quina és l'especialitat que ha de tenir la responsabilitat de fer realitat aquestes pràctiques? Mostrem una aproximació a la resposta a aquestes dues preguntes.

Paraules clau: educació científica, formació professorat, Secundària, STEM.

1. Concepte STEM [1]

Tot i que fou al 2012 quan Zollman (2012) va denominar la generació actual com la generació STEM, la utilització de l'acrònim STEM per a referir-se a Ciència (Science en anglès), Tecnologia, Enginyeria i Matemàtiques va iniciar-se als anys 90 a partir de la "National Science Foundation (NSF)" als Estats Units (Bybee, 2010) arribant a Europa el 2005 amb la publicació de l'informe "Europe Needs More Scientists: Report by the High Level Group on Increasing Human Resources for Science and Technology" publicat per la Comissió Europea (Couso, 2017).

A partir de la idea provinent de la connexió Ciència, Tecnologia, Societat (CTS) sobre la impossibilitat de separar de lo social qualsevol avanç tecnològic o científic, i més si cap al món educatiu (Pérez, 1998), s'intenta ampliar aquesta definició per tal de donar-li també un enfocament més social, tenint present també la reflexió que fan altres investigadors com Sanders (2008) sobre el

[1] La introducció d'aquesta comunicació està extreta de l'article publicat pel mateix autor del Pòster a la revista Ciències on es presentava l'experiència Ortega-Torres, E (2018). Apropant la perspectiva STEAM a docents de tecnologia en formació. Ciències: revista del professorat de ciències de Primària i Secundària, (36), 30-35.



futur de l'educació tecnològica, on afirmen que aquest dependrà de la capacitat que tinga la pròpia disciplina didàctica per a demostrar la seua rellevància en el currículum escolar. Des d'aquesta perspectiva Bruning, Schraw, Norby y Ronning (2004) ja varen identificar els trets sobre els que hauria de centrar-se la mirada interdisciplinar de l'educació STEM per a integrar un enfocament cognitiu:

- L'aprenentatge com a procés constructiu i no repetitiu.
- La necessitat de motivació i creença en les possibilitats d'un mateix.
- La presència de la interacció social.
- La necessitat de contextualitzar el coneixement i les estratègies d'aprenentatge.

Bransford, Brown y Cocking, 2000 afegiren la importància de centrar les pràctiques STEM en l'alumnat per tal de generar un aprenentatge crític fonamental en tot el procés.

Durant tot aquest temps la presència d'aquest acrònim ha anat in crescendo en el món educatiu amb un ús cada vegada major i amb un significat polisèmic que ha integrat diferents perspectives (Couso, 2017) però sense arribar a formar part amb entitat pròpia dels espais formals per a la formació dels docents, en particular en la formació dels futurs docents de Tecnologia a Secundària.

Hem de tenir en compte, que la mirada global que empenta les pràctiques STEM a educació està centrada en la visió sobre la urgència de millorar la quantitat, també la qualitat, dels professionals de l'àmbit STEM que es consideren imprescindibles per garantir el progrés econòmic a la societat actual. Una empenta que és global i que s'evidencia en les prioritats que marquen els organismes europeus i mundials.

Un exemple fou el discurs de la Secretaria d'Educació del president Obama al 2009, on emfatitzava la necessitat de planificar un nou currículum que aconseguira que la ciència fora més rellevant i interessant per a l'alumnat, amb



docents que tingueren un coneixement profund sobre l'àmbit STEM (Duncan 2009).

L'alfabetització en l'àmbit STEM no ha de veure's com una àrea de contingut específica sinó com a un medi canviant que pot ajudar a l'alumnat a millorar el seu aprenentatge en totes les disciplines que el formen. Des d'eixa perspectiva Jordi Domenech (2017) a partir de la proposta de Bybee (2010) defineix les pràctiques STEM com una visió particular de l'Aprenentatge Basat en projectes orientada a l'àmbit científic amb els eixos característics de l'ABP; d'objectius externs, reptes i enllaç amb la comunitat que tracta de donar connexió a les àrees científiques amb el món real. Tenint en compte el procés seguit per aquest intent de definició podem quedar-nos amb la proposada per Digna Couso (2017, p24): " Estar alfabetitzat en STEM és ser capaç d'identificar i aplicar, tant els coneixements clau com les formes de fer, pensar, parlar i sentir de la ciència, l'enginyeria i la matemàtica, de forma més o menys integrada, per tal de comprendre, decidir i/o actuar davant de problemes complexos i per a construir solucions creatives e innovadores, tot aprofitant les sinèrgies personals i les tecnologies disponibles, i de forma crítica, reflexiva i amb valors".

Però tota aquesta realitat STEM és coneguda pels docents de tecnologia de secundària, o pels futurs docents? O potser aquest concepte interdisciplinari està més present a la investigació i no hi és tan reconegut a les aules?

2. Resultats de la intervenció realitzada al màster de secundària en l'especialitat de tecnologia

La intervenció didàctica que es presenta en aquesta comunicació ha estat estructurada en 3 parts.

I. Pre-test: qüestionari passat als tres grups del Màster de Secundària en l'especialitat de Tecnologia per extreure els coneixement previs sobre STEM/STEAM amb que partien.



II. Seminari "Docent STEAM" + Post-Test: es realitza un seminari de 4h amb cada grup per explicar el concepte STEM que sorgeix del projecte E+ Stem4u [veure projecte stem4u.eu].

Aquest seminari està estructurat a partir dels següents blocs:

i. Què és STEM?
ii. Enfocament STEM
iii. Per què STEM?
iv. Autoeficàcia
v. Per què STEAM?
vi. Característiques dun bon projecte STEAM
vii. Dissenyem un projecte STEAM

En finalitzar el Seminari es passa un qüestionari a mode de post-test per veure les opinions resultats que ha generat la intervenció didàctica.

A destacar dels resultats del pre-test previ a la intervenció és que més del 56% dels futurs docents de Tecnologia no coneixien, ni havien sentit parlar, del concepte STEM. I més del 60% no coneixien el terme STEAM. Aquest resultat previ ens convida a la reflexió sobre quin és el nivell de coneixements previs sobre didàctica de l'especialitat que tenen els futurs docents de Tecnologia, provinents la major part del món laboral i especialment dels camps de l'enginyeria (73%) i l'arquitectura (20%). És el terme STEM un constructe utilitzat exclusivament al món educatiu? O els futurs docents de Tecnologia no han tingut la necessitat/curiositat de conèixer quina és la situació de la professió a la que aspiren quan s'inscriuen al Màster. Després de la primera intervenció (Seminari STEAM), amb els resultats del post-test, destaquem que el 82,8% dels futurs docents consideraren que eren els docents de tecnologia els qui tenien la responsabilitat de dissenyar projectes STEAM als centres de secundària. És a dir, ser les locomotores que tiren d'altres docents per a fer realitat aquests projectes. A més, el 36.6% considerava que l'àrea més difícil d'integrar als projectes STEAM era l'Art, i el 28.1% considerava que era l'enginyeria i el 24.6% les matemàtiques.



3. Conclusions

Aquests resultats combinats ens conviden a pensar que tot i ser-ne conscients de la responsabilitat que tenen com a futurs/es docents de Tecnologia per al disseny de projectes STEAM, troben la necessitat de treballar amb equip amb altres companys/es per poder dur-los a la pràctica.

Referències

[1] Bruning, R., Schraw, G., Norby, M., & Ronning, R. (2004). Cognitive psychology and instruction. Columbus.

[2] Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (2000). How people learn (Expanded ed.). Washington, DC: National Academy.

[3] Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. Technology and engineering teacher, 70(1), 30.Couso, D. (2017). Per a què estem a STEM? Un intent de definir l'alfabetització STEM per a tothom i amb valors. Ciències: revista del professorat de ciències de Primària i Secundària, (34), 22-30.

[4] Domenech Casal, J. (2017). Aprenentatge Basat en Projectes en àmbits STEM. Ciències: revista del professorat de ciències de primària i secundària, (33), 002-7.

[5] Duncan, A. (2009). Secretary Arne Duncan's remarks to the President's Council of Advisors on Science and Technology. Retrieved from http://www2.ed.gov/news/speeches/2009/10/10232009.html.

[6] Pérez, D. G. (1998). El papel de la educación ante las transformaciones científico-tecnológicas. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

[7] Sanders, M. E. (2008). Stem, stem education, stemmania. The Technology Teacher, v68 n4 p20. International Technology Education Association (ITEA).

[8] Zimmerman, B. J. (2000). Self-efficacy: An essential motive to learn. Contemporary educational psychology, 25(1), 82-91.

[9] Zollman, A. (2012). Learning for STEM literacy: STEM literacy for learning. School Science and Mathematics, 112(1), 12-19.

[veure projecte www.steam4u.eu]

QUÈ SABEN DE STEM ELS FUTURS DOCENTS DE TECNOLOGIA?

Florida Universitària
Ortega Tomas, Enric
eortega@florida-uni.es
Florida Universitària

La presència del terme **STEM** a la investigació educativa i als documents internacionals sobre educació científica és un fet habitual, però aquesta realitat és coneguda pels futurs docents de secundària? Quina és l'especialitat que ha de tenir la responsabilitat de fer realitat les pràctiques STEAM a l'aula?

PARTICIANTS

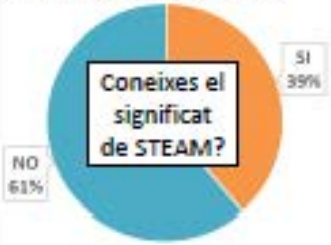
60 alumnes del Màster de Secundària en l'especialitat de Tecnologia (2 grups de Florida Universitària + 1 grup de Universitat Catòlica de València)

73% Enginyers
20% Arquitectes



PRE-TEST → INTERVENCIÓ

Qüestionari sobre coneixements previs



Seminari "Docent STEAM"

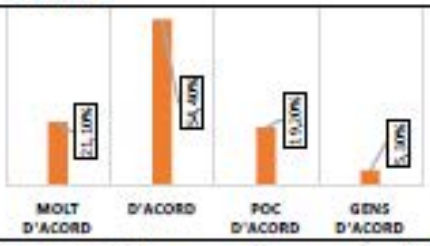


POST-TEST

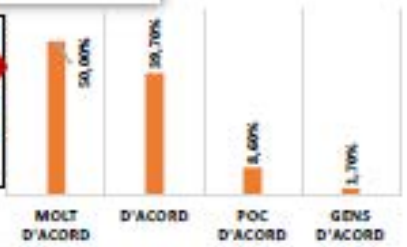
Qüestionari sobre resultats intervenció

RESULTATS

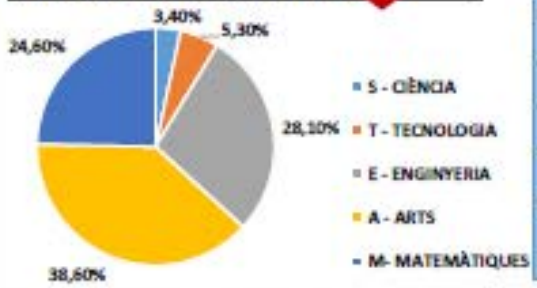
Els docents de Tecnologia han de liderar els projectes STEAM als centres de Secundària



És necessari integrar projectes STEAM als centres de Secundària



Quina disciplina consideres més difícil d'integrar a un projecte STEAM?



CONCLUSIONS

El terme STEM/STEAM té un ús habitual en el camp de la investigació educativa amb baix impacte en el coneixement dels futurs docents de Tecnologia.

La mirada dels futurs docents de Tecnologia està molt centrada en la importància sobre el coneixement dels continguts i poc en la metodologia o les possibilitats de treball interdisciplinari.

Els futurs docents de Tecnologia necessiten recolzar-se en altres especialistes per dur endavant pràctiques STEAM.

Tecnologia: disseny i construcció de contenidors de reciclatge

MªAngeles Sos Rochera, Joaquim Canales Leiva

msosr@iespolitecnic.org, jcanalesl@iespolitecnic.org

IES Politècnic de Castelló

Modalitat: Póster.

Nivell educatiu: Secundària.

Resum

L'objectiu principal d'aquest treball és conscienciar del problema dels residus, la investigació i recerca de solucions i el disseny i construcció d'un projecte tecnològic per intentar minimitzar el problema detectat. La metodologia utilitzada ha consistit en el mètode de projectes, començant amb una pluja d'idees i posterior recerca a Internet s'ha anat perfilant el nostre projecte. El disseny s'ha realitzat amb programes informàtics i un cop perfeccionat s'ha construït un prototip. Finalment s'ha analitzat el bon funcionament del nostre contenidor i la correcció dels possibles punts a millorar.

Paraules clau: Reciclatge, contenidor, tecnologia, projecte.

1. Introducció

Al nostre centre es va intentar que l'alumnat separara el paper de la resta de residus generats a les aules per poder reciclar-lo. El problema va ser que l'alumnat no respectava els contenidors i a l'hora de buidar-los, a més de paper, hi havia molts altres residus que dificultaven la tasca del personal de neteja. Analitzant aquesta campanya s'han detectat diverses errades que es van tindre en aquell moment i pensem que es podrien solucionar i poder tindre un sistema de reciclatge d'èxit.

2. Objectius

- Promoure propostes innovadores i d'investigació educativa que, a partir de la pràctica docent contribuïsquen a resoldre els reptes educatius.
- Potenciar el reciclatge de paper entre tota la comunitat educativa del centre mitjançant la campanya informativa i els nous contenidors aconseguint que augmente l'èxit de l'activitat en comparació amb l'anterior.
- Involucrar a l'alumnat en una activitat del Projecte Ambiental del centre com



és el reciclatge de paper a les aules.

- Dissenyar i construir els contenidors de reciclatge de que perduraran i faran possible que l'activitat es porte a terme cada curs escolar.

3. Metodologia

3.1 Qüestionari

Un qüestionari previ amb preguntes relacionades amb el reciclatge del paper i un altre al finalitzar el curs per poder analitzar la incidència que ha tingut el projecte en l'alumnat.

3.2 Campanya informativa

Campanya informativa per a la comunitat educativa. S'ha passat classe per classe a explicar el projecte a la resta d'alumnes del centre i al professorat durant les hores de tutoria. També s'ha informat a les famílies a través de l'AMPA.

3.3 Cartells per potenciar el reciclatge

Cartells que potencien el reciclatge de paper per a cada una de les aules del centre i també per als espais comuns, en valencià i també en les llengües estrangeres implantades en el sistema educatiu per afavorir el plurilingüisme.

3.4 Eco-auditoria del centre

Eco-auditoria del centre per a estudiar la col·locació dels diferents contenidors de reciclatge de diferents residus que tenim per poder calcular el nombre necessari dels que volem construir. Ha format part de la setmana europea de reducció de residus.

3.5 Contenidors

S'han construït els contenidors amb fusta i una graella per realitzar el control del reciclatge. Un calendari de revisió i buidatge dels contenidors de les aules.

4. Resultats

S'ha realitzat l'avaluació de totes les etapes del projecte i sobre tot dels resultats obtinguts amb la difusió i la col·locació dels contenidors. S'analitzen les respostes de l'alumnat a les dos enquestes realitzades, del professorat i tutors dels grups, dels pares a través de l'AMPA i del personal de neteja. De l'anàlisi de totes les opinions, que són molt positives, aquesta campanya ha



funcionat molt millor que l'anterior.

5. Agraïments

Realitzada amb els suport de la Fundació càtedra Enric Soler i Godes de Castelló i segon premi del concurs Càtedra Reciplasa-UJI.



Disseny i construcció de contenidors de reciclatge de paper

Alumnat 4t ESO de Tecnologia
IES Politècnic. Castelló de la Plana
Mª Angeles Sos Rochera i Ximo Canales Leiva



Procediment:

Pas 1: Primer mesurem i marquem les peces per poder-les unir correctament
Pas 2: Fer els forats per inserir els caragols, tres en els laterals i dos en la base
Pas 3: Una vegada fets els forat fem el muntatge del contenidor
Pas 4: Mantenim les peces unides amb cola de fuster i caragols especials per a fusta. Utilitzem gats d'angle per a subjectar tot el conjunt.
Pas 5: Polim tot el conjunt amb paper de vidre del 4, després a un més fi.
Pas 6: Dibuixem el logo del nostre IES en la tapa del contenidor, per fer-ho projectem el logo i el marquem amb llapis, sobre la tapa del contenidor
Pas 7: Després repassem el dibuix amb pigment blau fosc.
Pas 8: El forat per introduir els paper per a reciclar en el contenidor és de 2 cm d'ample per a facilitar la introducció i que no es puga posar res més gran
Pas 9: Ara les frontisses, marquem i fem els forats per on passarem els caragols
Pas 10: Finalment col·loquem la tanca i una cinta per a subjectar la tapa
Pas 11: Fem una avaluació provant els contenidors

















4 peces de 55 cm x 30 cm són els laterals
1 peça de 34 cm x 30 cm és la tapa
1 peça de 30 cm x 28 cm és la base

Per tant el contenidor mesura:
h = 55 cm
a = 32 cm
b = 30 cm























Tecnologia: ecoauditoria lumínica dels espais de treball

MªAngeles Sos Rochera, Joaquim Canales Leiva

msosr@iespolitecnic.org, jcanalesl@iespolitecnic.org

IES Politècnic de Castelló

Modalitat: Pòster.

Nivell educatiu: Secundaria.

Resum

L'objectiu principal d'aquest treball és conscienciar del problema de l'adequada il·luminació dels espais de treball i les conseqüències que pot portar no complir amb la normativa.
Es realitza una eco-auditoria al centre, i es fa una investigació i recerca de solucions i es fa difusió entre tota la comunitat educativa del problema detectat.
La metodologia utilitzada ha consistit en el mètode de projectes, començant amb una pluja d'idees i posterior recerca a Internet s'ha anat perfilant el nostre projecte.
Els resultats s'han comunicat en forma de pòster on s'ha plasmat tot el nostre treball. Amb una escala de color s'ha marcat els diferents espais del centre amb les dades obtingudes.

Paraules clau: Llum, Luxímetre, Tecnologia, plànols.

1. Introducció

Activitat realitzada per al Dia Internacional de la Llum 2018, amb l'alumnat de 1r de l'ESO i PR4 de tecnologia de l'IES Politècnic de Castelló de la Plana

La il·luminació dels llocs de treball ha de permetre que els treballadors i treballadores disposen de les condicions de visibilitat adients per a poder circular pels ells i desenvolupar en ells les seues activitats sense risc per a la seua seguretat i salut. Una il·luminació inadequada pot originar fatiga ocular, cansament, dolor de cap, estrès i accidents. Canvis sobtats de llum poden ser perillosos, ja que enceguen temporalment, mentre l'ull s'adapta a la nova il·luminació.



2. Objectius

Els objectius que s'han aconseguit amb la realització d'aquesta activitat son:

- Conèixer els valors reals de il·luminació de les zones de treball i de transit de l'IES.
- Conscienciar a la comunitat educativa dels riscos per a la salut de treballar en condicions de baixa il·luminació.
- Conèixer, comprendre i aprendre a utilitzar correctament els instruments de mesura de la intensitat lumínica, luxímetre.
- Aprendre a recollir dades en graelles per realitzar l'estudi de l'ecoauditoria lumínica.
- Utilitzar programes informàtics de disseny per elaborar els plànols de l'IES i marcar amb diferents tonalitats la intensitat lumínica de les diferents zones.
- Elaborar un pòster amb els resultats obtinguts.
- Difondre els resultats entre la comunitat educativa del centre.

3. Continguts

- Luxímetre i concepte de lluminositat.
- Elaboració de graelles i presa de dades.
- Representació gràfica utilitzant diferents programes informàtics.

4. Metodologia

L'alumnat ha realitzat una ecoauditoria lumínica utilitzant el luxímetre per fer els mesuraments de la quantitat de llum. Hem representat els valors que hem mesurat en els plànols de l'IES. Els valors que hem utilitzat com a referent per analitzar els nostres resultats els hem extretes del REIAL DECRET 486/1997, de 14 d'abril, pel que s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut en els llocs de treball

Espai de treball	Exigències visuals baixes	Exigències visuals moderades	Exigències visuals altes	Exigències visuals molt altes	Vies de circulació
Il·luminació (Lux)	100	200	500	1000	25-50

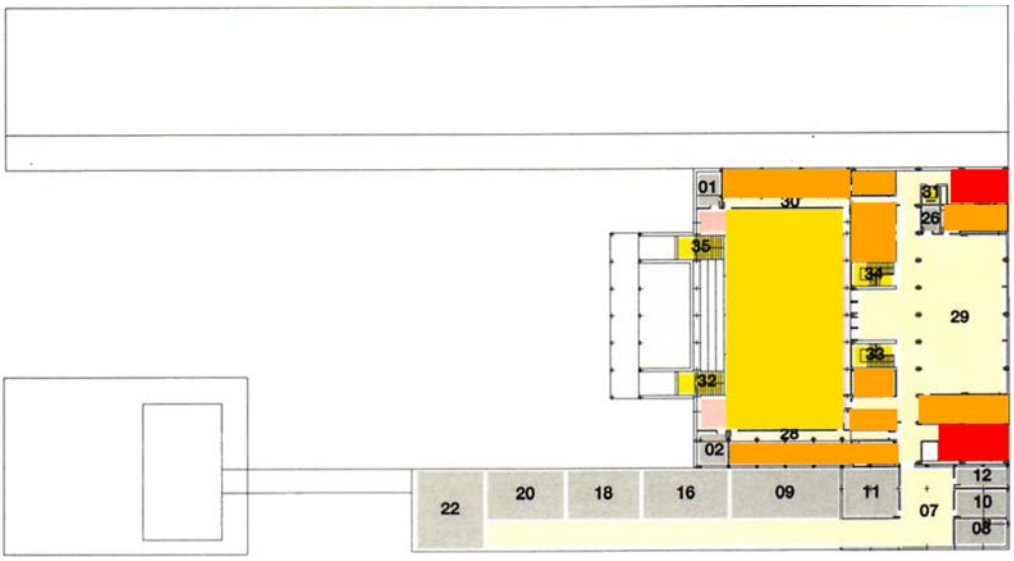


5. Resultats

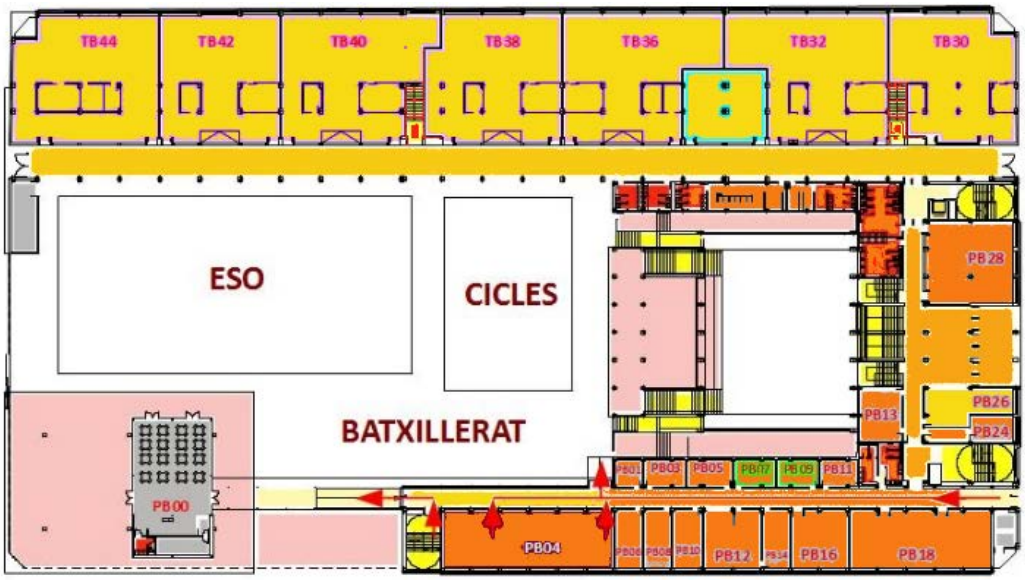
Els valors de lluminositat que hem utilitzat per elaborar els nostres plànols son:

O Molta lluminositat (+ de 600 lux) O Lluminositat alta entre (400 i 600 lux)	O Lluminositat mitja entre (200 i 400 lux) O Poca lluminositat (- de 200 lux)

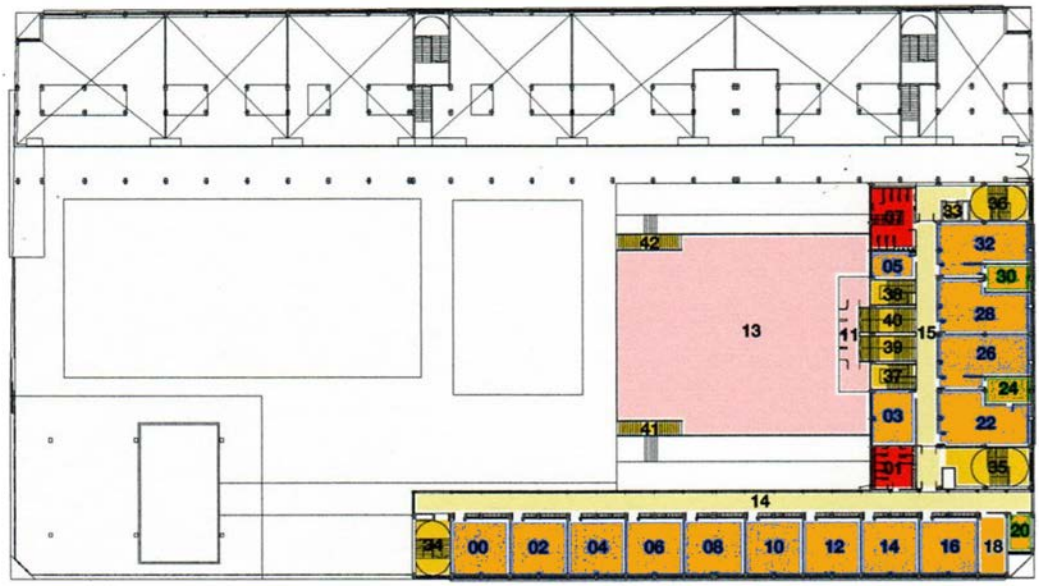
PLANTA -1



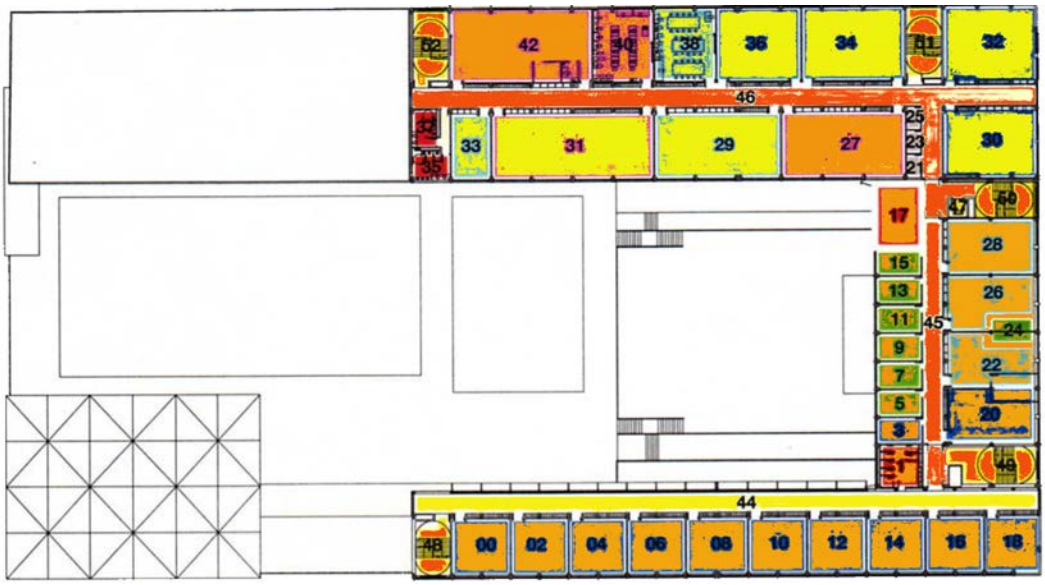
PLANTA 0



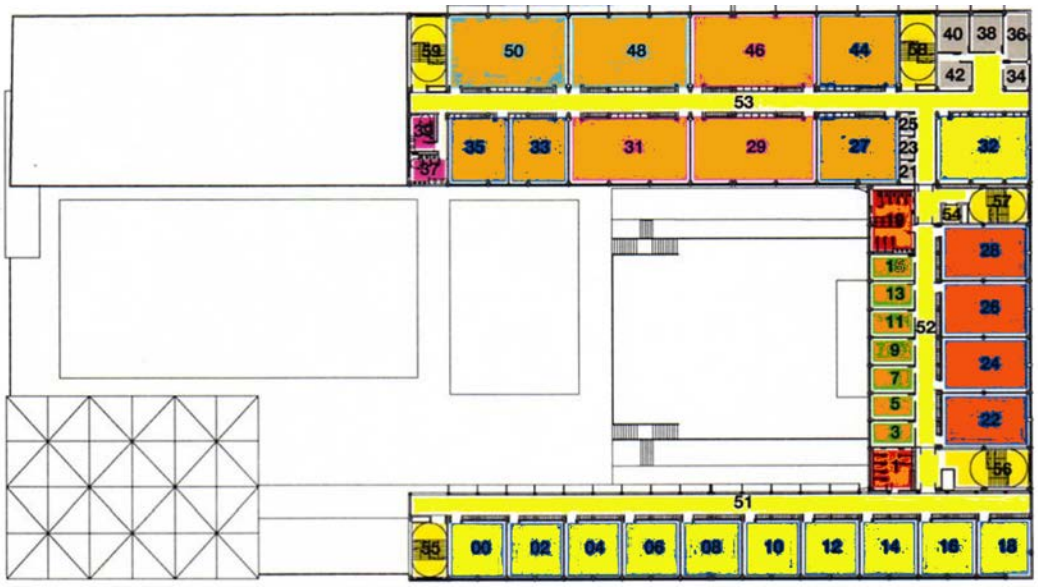
PLANTA 1



PLANTA 2



PLANTA 3


59
50
48
46
44
58
40
38
36
42
34
53
39
37
35
33
31
29
27
25
23
21
32
19
54
57
28
15
13
11
52
26
9
24
7
5
22
3
1
56
51
55
00
02
04
06
08
10
12
14
16
18

TECNOLOGIA: ECOAUDITORIA LUMÍNICA DELS ESPAIS DE TREBALL



MªAngeles Sos Rochera, Joaquim Canales Leiva

msosr@iespolitecnic.org, jcanalesl@iespolitecnic.org

IES Politècnic de Castelló

Resum

L'objectiu principal d'aquest treball és conscienciar del problema de l'adequada il·luminació dels espais de treball i les conseqüències que pot portar nu complir amb la normativa.
Es realitza una eco-auditoria al centre, i es fa una investigació i recerca de solucions i es fa difusió entre tota la comunitat educativa del problema detectat.
La metodologia utilitzada ha consistit en el mètode de projectes, començant amb una pluja d'idees i posterior recerca a Internet s'ha anat perfilant el nostre projecte. Els resultats s'han comunicat en forma de pòster on s'ha plasmat tot el nostre treball. Amb una escala de color s'ha marcat els diferents espais del centre amb les dades obtingudes.

Introducció

Activitat realitzada per al Dia Internacional de la Llum 2018, amb l'alumnat de 1r de la ESO i PR4 de tecnologia de l'IES Politècnic de Castelló de la Plana.
La il·luminació dels llocs de treball ha de permetre que els treballadors i treballadores disposen de les condicions de visibilitat adients per a poder circular pels ells i desenvolupar en ells les seues activitats sense risc per a la seua seguretat i salut. Una il·luminació inadequada pot originar fatiga ocular, cansament, dolor de cap, estrès i accidents. Canvis sobtats de llum poden ser perillosos, ja que enceguen temporalment, mentre l'ull s'adapta a la nova il·luminació.

Objectius

Els objectius que s'han aconseguit amb la realització d'aquesta activitat son:
- Conèixer els valors reals de il·luminació de les zones de treball i de transit de l'IES.
- Conscienciar a la comunitat educativa dels riscos per a la salut de treballar en condicions de baixa il·luminació.
- Conèixer, comprendre i aprendre a utilitzar correctament els instruments de mesura de la intensitat lumínica, luxómetre.
- Aprendre a recollir dades en graelles per realitzar l'estudi de l'ecoauditoria lumínica.
- Utilitzar programes informàtics de disseny per elaborar els plànols de l'IES i marcar amb diferents tonalitats la intensitat lumínica de les diferents zones.
- Elaborar un pòster amb els resultats obtinguts.
- Difondre els resultats entre la comunitat educativa del centre.

Metodologia

L'alumnat ha realitzat una ecoaditoria lumínica utilitzant el luxómetre per fer les medicions de la quantitat de llum. Hem representat els valors que hem mesurat en els plànols de l'IES. Els valors que hem utilitzat com a referent per analitzar els nostres resultats les hem extretes del REIAL DECRET 486/1997, de 14 d'abril, pel que s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut en els llocs de treball

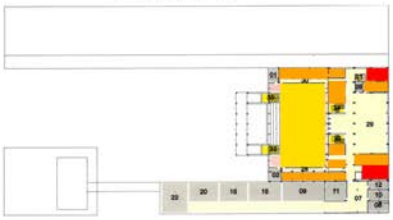
Espai de treball	Exigències visuals baixes	Exigències visuals moderades	Exigències visuals altes	Exigències visuals molt altes	Vies de circulació
Il·luminació (Lux)	100	200	500	1000	25-50

Resultats

Els valors de lluminositat que hem utilitzat per elaborar els nostres plànols son:

- Molta lluminositat (+ de 600 lux)
- Llumiositat alta entre (400 i 600 lux)
- Lluminositat mitja entre (200 i 400 lux)
- Poca lluminositat (- de 200 lux)

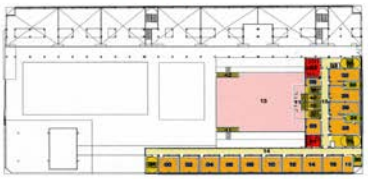
PLANTA -1



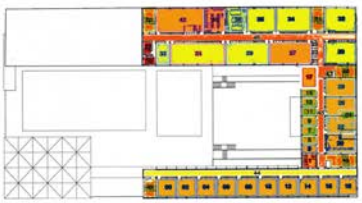
PLANTA 0



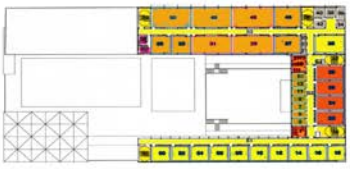
PLANTA 1



PLANTA 2



PLANTA 3



Trabajo colaborativo, CLIL y ABP en la enseñanza plurilingüe de la Biología. Una década de práctica en las aulas del IES Riu Túria

Isabel García Ferrer
isabel.garcia@iesriuturia.es
IES Riu Túria. Quart de Poblet (Valencia)

Modalidad: Póster.
Nivel educativo: Educación Secundaria Obligatoria.

Resumen

En el presente artículo se expone la experiencia docente de los diez últimos años mediante la utilización de estrategias innovadoras en las aulas de Biología utilizando materiales originales de elaboración propia que promueven tanto la implicación del alumnado en el proceso de aprendizaje como la adquisición de las capacidades básicas.
METODOLOGÍA:
El trabajo en el aula se basa en la realización de proyectos en equipos colaborativos, con elaboración de una producción final que el alumnado expondrá a la clase.
Durante el proceso, el alumnado dispone de los medios adecuados para la utilización de las TIC (ordenadores, biblioteca de aula,…) y la dinámica del aula se basa en la metodología "Flipped classroom", en la que el alumnado trabaja autónoma y previamente los contenidos preparados por la profesora, participando así activamente en la adquisición de los conocimientos. Además, el trabajo colaborativo se realiza también fuera del aula mediante la utilización de plataformas online.
El alumnado también participa en el proceso de evaluación, tanto de su propio trabajo como del realizado por sus compañeros y del proceso de aprendizaje.
Como complemento a la educación plurilingüe, el alumnado participa en proyectos europeos en la plataforma etwinning.
CONCLUSIONES:
Después de una década analizando los resultados en el proceso de aprendizaje, se observa que la metodología aplicada garantiza el éxito escolar en la enseñanza plurilingüe de la biología. A pesar de que los resultados de éxito escolar no son tan satisfactorios en grupos no plurilingües, se constata una mayor integración del alumnado, una mayor motivación y un papel más activo en el aula, evitando así episodios de disrupción en las clases.
Su aplicación en todos los ámbitos de conocimiento reduciría la tasa de fracaso escolar y mejoraría la convivencia en las aulas.



Palabras clave: enseñanza plurilingüe, trabajo por proyectos, CLIL, Biología.

1. Introducción

Desde hace 10 años, un grupo de profesores del IES Riu Túria constituimos un grupo de trabajo ("Projectiu") que empezó a experimentar en las aulas la metodología basada en proyectos en grupos cooperativos. El trabajo por proyectos, tal como se detalla en el trabajo de Pozuelo [1] no es una novedad, ya que existen trabajos documentados en el s. XVI en la enseñanza técnica y superior, y ya a finales del s. XIX se trasladó a los estudios secundarios. La decisión de experimentar esta metodología surgió por la insatisfacción que sentíamos en nuestra tarea docente, con un alumnado extremadamente heterogéneo en capacidades, con un elevado porcentaje de desmotivación en las tareas educativas y acompañado todo ello de unas cifras alarmantes de fracaso escolar. El trabajo por proyectos implicaba una forma de presentar nuestros currículos a los estudiantes con sentido y significado, utilizar la enseñanza como diálogo potenciando así los valores democráticos, incorporar nuevos materiales para la formación, trabajar diferentes áreas y saberes, atender a la diversidad, y cambiar los roles de alumnado y profesorado [9]. Además, el trabajo en equipo se planteó como un aprendizaje colaborativo. La propuesta de actividades grupales no garantiza dicho aprendizaje [6], sino que se requiere una planificación para lograr una colaboración efectiva, y que solo se dará si hay una interdependencia entre los miembros del equipo que necesitarán compartir la información, dividir el trabajo y compartir el conocimiento [3].

Durante los primeros años, con la ayuda de varios proyectos de innovación y de buenas prácticas docentes, el equipo de profesores del IES Riu Túria continuamos formándonos y experimentando la metodología empleada, reflexionando sobre las fortalezas y debilidades en el proceso de enseñanza-aprendizaje, y proponiendo estrategias para mejorar nuestra docencia. Conscientes de las dificultades en la aplicación de esta metodología [12] y de la necesidad de adoptar decisiones organizativas comunes para extender en nuestro centro el aprendizaje basado en proyectos, elaboramos materiales



propios con una estructura común en las diferentes áreas y fácilmente reconocible por el alumnado, consensuamos rúbricas y modelos de evaluación del alumnado y del proceso, e incorporamos gradualmente el uso de herramientas y materiales TIC hasta conseguir su utilización cotidiana.

En el presente artículo se presentan los recursos utilizados y los resultados globales obtenidos en la aplicación de la metodología por proyectos en el área de Biología, está implementada en los últimos años por nuevas estrategias que permiten un papel más activo y autónomo del alumnado en el proceso de aprendizaje. Además, se apuntan las estrategias incorporadas durante los cinco últimos años para la impartición de la asignatura en lengua inglesa complementando la asignatura con la metodología CLIL.

2. Metodología

Siguiendo las pautas consensuadas por el equipo de profesores, se elaboraron materiales de trabajo para el alumnado no estandarizados (cuaderno individual) que le guiaban en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Cada proyecto versaba sobre contenidos clave del currículum de la asignatura, y se orientaron para alcanzar propósitos, construir modelos o resolver un caso o enigma.

Los estudios de caso resultan ser una herramienta muy útil para el desarrollo de las tres dimensiones de la competencia científica, conceptual, procedimental y epistémica [4], por lo que en todos los cursos se planteaba en periodos en los que el alumnado se había familiarizado con el trabajo por proyectos y había adquirido cierto grado de autonomía (Figura 1).





Figura 1: Los alumnos resuelven estudios de caso de diversa índole: problemas, investigaciones en el laboratorio, etc.

2.1. El trabajo en equipo

El trabajo en el aula se basa en el trabajo mediante equipos colaborativos. La colaboración requiere un reparto de tareas y responsabilidades, por lo que en cada equipo se consensuaron diferentes cargos para su funcionamiento (coordinador, portavoz, secretario, material) cuyas responsabilidades eran pactadas y conocidas por los miembros de los equipos (Figura 2). La distribución de los miembros de los equipos fue elaborada por la profesora para lograr grupos heterogéneos ya que dicha heterogeneidad parece conducir a un

aprendizaje mayor debido al contraste de puntos de vista y grados de comprensión derivados de la diversidad [6].

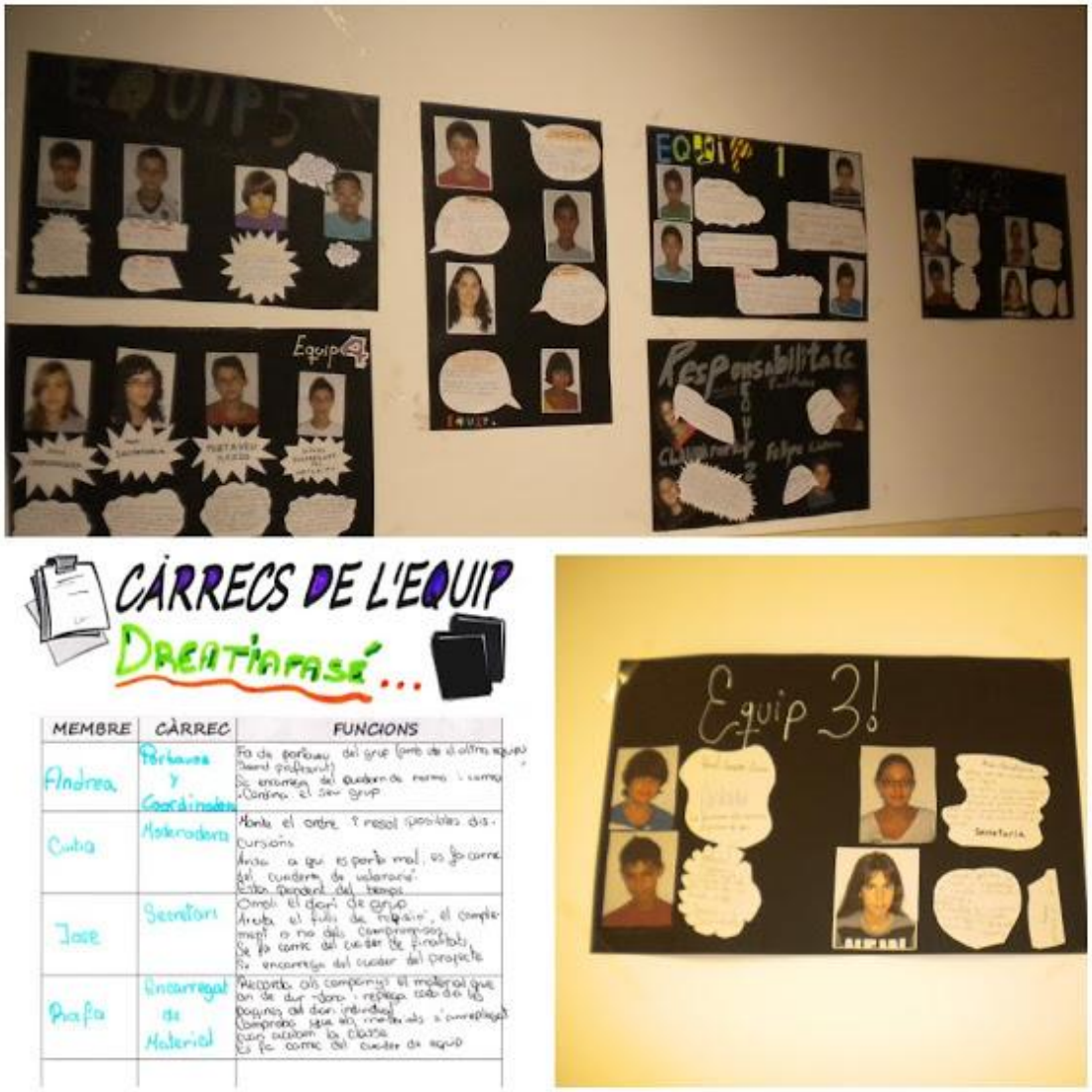
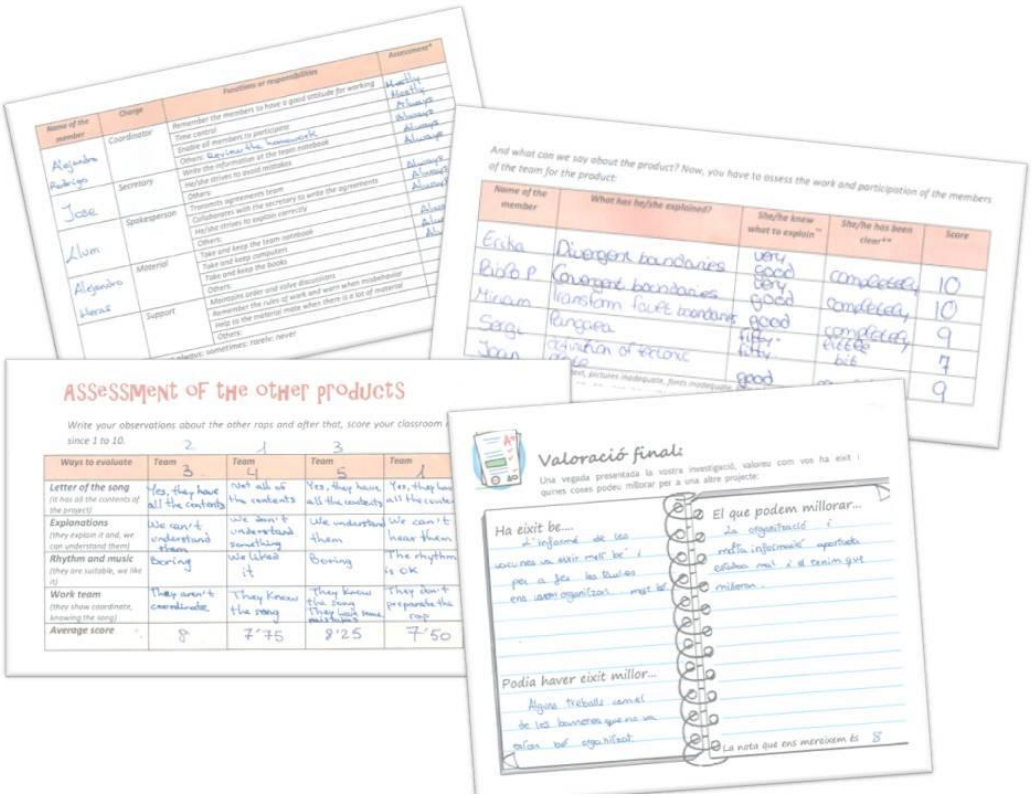


Figura 2: Los miembros de los equipos se reparten las responsabilidades, que permanecen visibles en el aula.

Además de las responsabilidades, los miembros del equipo también se reparten las tareas a realizar en el proyecto. El proceso, los acuerdos, el reparto de tareas y de roles queda registrado en un cuaderno de equipo. La "carpeta de trabajo" fue propuesta como un instrumento práctico destinado a compilar las variadas producciones y actividades que se realizan a lo largo del proyecto [10]. En nuestra adaptación a dicha carpeta, el cuaderno de equipo

refleja además la coevaluación y autoevaluación del trabajo realizado, del proceso y de los miembros.

Figura 3:



Cuadernos de equipo. Además de tareas e indicaciones para la realización del producto, contienen registros para la autoevaluación y coevaluación.

Para la implementación del trabajo en equipo realizado en el aula, y dado que el acceso a la red por parte de la totalidad de los alumnos es desde hace unos años una realidad, se utilizan también plataformas en línea para poder compartir el trabajo común o ideas al respecto (google drive, dotstorming,…). La profesora gestiona los entornos de trabajo y supervisa y asesora el trabajo desarrollado por los miembros Se han analizado experiencias que indican que el uso de plataformas virtuales como optimizadoras de la comunicación facilitan el aprendizaje colaborativo-cooperativo independientemente del nivel educativo de los estudiantes [11]. Se constata además que su uso genera también progresos en el desarrollo académico, cognitivo y social.

2.2. El trabajo por proyectos

Existen muchas propuestas de los pasos que ha de seguir un proyecto. Todos los expertos coinciden en que el aprendizaje con esta metodología garantiza grandes resultados si dichos proyectos están bien desarrollados aplicando los

elementos esenciales [8]. Sin embargo, no existe una forma única y correcta para implementar un proyecto, y, dependiendo de éste y del alumnado al que se dirige, las diferentes fases pueden ser implementadas o combinadas con otras tareas. Como norma general, en los proyectos realizados en la clase de Biología se siguen las siguientes fases:

1. INTRODUCCIÓN: A partir de un problema, un texto, un vídeo, una noticia, etc., se plantea la temática de nuestro proyecto, sus objetivos y el tipo de tarea (producto) que se realizará.
2. ANÁLISIS DE LOS CONOCIMIENTOS PREVIOS: el alumnado reflexiona sobre sus conocimientos previos sobre el tema a trabajar y analiza lo que se necesita saber para llevar a cabo su misión. (Figura 4)



Figura 4: Los alumnos ponen en común sus conocimientos previos y analizan sus necesidades para la realización del proyecto.

3. BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN: se realiza un reparto de tareas para adquirir la información necesaria para la resolución del problema o elaboración del producto. Se utilizarán todos los medios puestos a su disposición (biblioteca de aula, internet,…) y la información será compartida con los miembros del equipo (figura 5). La colaboración de todos los miembros será necesaria para el éxito colectivo.



Figura 5: El aula dispone de medios para la búsqueda de información en diferentes fuentes, lo cual permite el reparto de tareas.

4. TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN: se realizan tareas para la adquisición y comprensión de los contenidos. Se incluyen actividades

diversas para atender a las diferentes capacidades de los alumnos y potenciar un aprendizaje entre iguales, en el que los mismos estudiantes ayudan a sus compañeros en la comprensión y resolución de problemas. En este apartado se incluyen también las prácticas de laboratorio necesarias para la adquisición de las capacidades científicas propias de la asignatura de Biología.

5. PRODUCTO: Elaboración de la tarea final del proyecto. Es diferente para cada proyecto, y siempre adaptada a las capacidades y conocimientos del alumnado. Como ejemplos, a nivel de primer ciclo de la ESO se realizan murales, esquemas, presentaciones de diapositivas, maquetas, representaciones de teatro, raps, pequeñas investigaciones, libros digitales, resolución de problemas (identificación de minerales a partir de sus propiedades, elaboración de claves para clasificar grupos de organismos, identificación de plantas,…). A nivel de segundo ciclo de la ESO se plantean producciones que implican una mayor autonomía en la utilización de las TIC, como la elaboración de cómics, investigaciones (de laboratorio, mediante la elaboración de cuestionarios en torno a una temática concreta o por búsqueda bibliográfica, diagnosis de una enfermedad, etc), vídeos, maquetas, genealogías, presentaciones interactivas (utilizando plataformas como *prezi*, *genially* o *powtoon*), posters, *kahoots*, trípticos, revistas, … (figura 6).



Figura 6: Las producciones son siempre variadas, permitiendo al alumnado a enfrentarse a nuevos retos y evitando la monotonía en las tareas.

6. PRESENTACIÓN DE LA PRODUCCIÓN: El alumnado expone públicamente el trabajo desarrollado a sus compañeros, y comparte dichos trabajos en plataformas colaborativas *(*tipo *padlet).* Los estudiantes adquieren el papel protagonista de la clase al convertirse en los expertos sobre el tema expuesto. Responderán además a las dudas surgidas en su exposición (figura 7).



Figura 7: El alumnado siempre presentará a la clase el producto realizado, convirtiéndose en experto de los contenidos trabajados.

7. EVALUACIÓN: Tras la presentación, el equipo realiza una autoevaluación sobre el resultado final analizando los aspectos positivos y los que podrían mejorarse, proponiendo propuestas para dicha mejora. El resto de equipos evalúan la exposición realizada, indicando las fortalezas y debilidades observadas en este (figura 8). Una vez realizadas todas las presentaciones, todos los miembros del equipo participan en la evaluación del trabajo desarrollado por cada uno de los miembros (coevaluación), reflexionando además sobre el proceso de trabajo y las dificultades encontradas a lo largo de este.

7. ASSESSMENT OF THE OTHER PRODUCTS

*Score your classroom mates with a value since 1 to 10 and **write** your observations in the table.*

Ways to evaluate	*Team*	*Team*	*Team*	*Team*	*Team*
Presentation *(clear sections, adequate text and explanations in slides, orthography)*					
Explanations *(they explain, not read, use the expressions proposed, we can understand them)*					
Pictures and slides *(they are suitable, understandable, interactive, nice)*					
Work team *(they show coordinate, knowing what to tell us)*					
Score					

Figura 8: Ejemplo de rúbrica de evaluación de los productos presentados en el aula.

Durante el proceso, el alumnado dispone de los medios adecuados para la utilización de las TIC (ordenadores, biblioteca de aula,…) y la dinámica de la clase para la búsqueda y tratamiento de la información se basa en la metodología *"Flipped classroom"*, en la que el alumnado trabaja previa y autónomamente los contenidos preparados por la profesora, participando así activamente en la adquisición de los conocimientos. El término aula invertida (en inglés *flipped classroom*) es un modelo donde los estudiantes, antes de la clase, tienen un primer acercamiento con el contenido. Ya en la clase, se fomenta la comprensión del contenido (sintetizar, resolver problemas) mediante un aprendizaje activo. Con el objetivo de asegurar que los estudiantes realicen la preparación necesaria para el trabajo en el aula, éstos deben llevar a cabo una serie de actividades (ensayos, cuestionarios, etc.) antes de la clase [5]. Dicho modelo se hace necesario de acuerdo con la metodología por proyectos empleada en las clases y la reducida carga horaria de las clases de Biología (2 horas semanales a nivel de 3º de ESO), ya que permite al alumnado que el



tiempo de clase se utilice en las tareas de equipo que requieren deliberación y consenso.

Mediante la plataforma *moodle,* el alumnado puede acceder a todos los recursos apropiados para su nivel en los que encontrar información sobre la temática del proyecto, así como enlaces a actividades de autoevaluación de contenidos (cuestionarios, *hot potatoes*, …), actividades que facilitan a la profesora el seguimiento individual de la adquisición de capacidades de los alumnos.

2.3. Estrategias en la enseñanza plurilingüe de la Biología

Utilizando la metodología descrita mediante el trabajo por proyectos en equipos colaborativos, el proceso se complementa en los grupos de docencia en lengua inglesa con recursos, vídeos y actividades interactivas que ayudan al alumnado en la adquisición y la práctica de la lengua inglesa. Algunos recursos utilizados son: *Amoeba sisters* featured videos, *mocomi*, *makemegenius*, *kidshealth*, *hot potatoes*, *kahoot*, …

Se presta especial atención a la utilización de recursos visuales para atender a la diversidad en capacidades lingüísticas del alumnado y garantizar la comprensión de los contenidos, utilizando estrategias basadas en el “Visual thinking” [1], especialmente en su formato de mapas visuales (mapas conceptuales). Las explicaciones de aula basadas en elementos visuales ayudan a comprender, organizar interiorizar, interpretar y personalizar el aprendizaje y facilitan la adquisición de la lengua no materna de una forma natural.

Además, en las clases plurilingües se potencia la utilización de la lengua mediante la confrontación de ideas y debates en el aula.

Como complemento a la educación plurilingüe, el alumnado participa en proyectos europeos en la plataforma *eTwinning*. Experiencias como “Sharing our learning” y “The plant around us” (figura 9) durante el curso escolar 17/18 han permitido a nuestro alumnado la interacción directa con otros estudiantes europeos, compartiendo y mostrando sus trabajos, y elaborando videos de las experiencias realizadas. La evaluación de los proyectos realizados demuestra



que dichas actividades son divertidas, motivadoras, mejoran las capacidades lingüísticas y potencian tanto el trabajo en equipo como la adquisición de contenidos. Además, mejoran la autoestima del alumnado que se siente partícipe de un proyecto común.

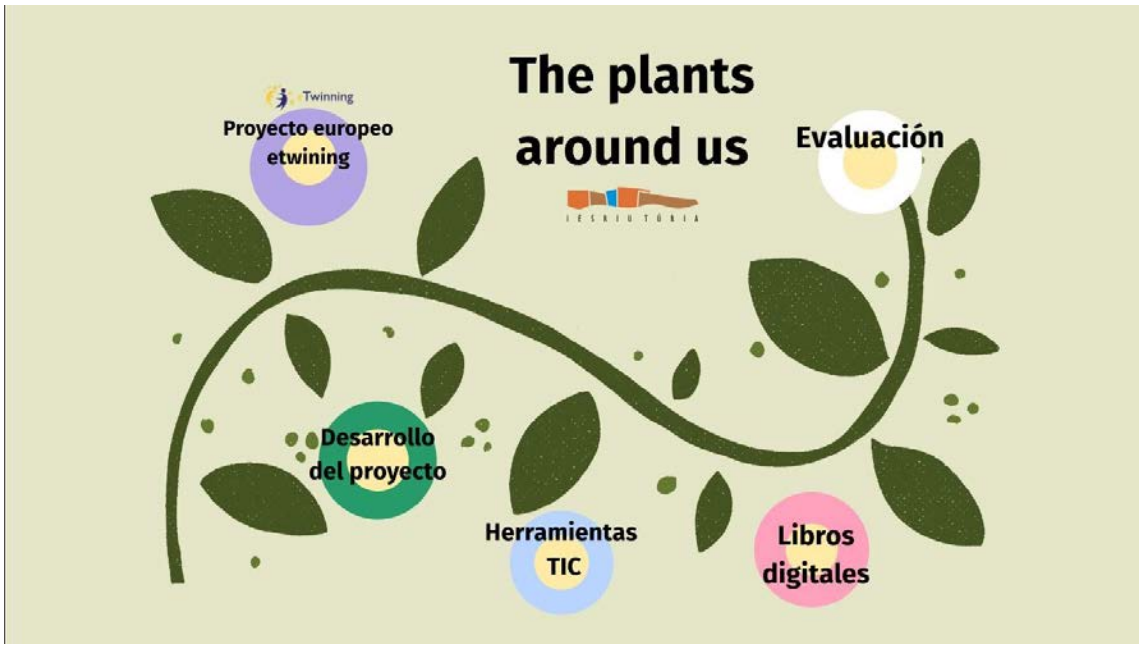


Figura 9: Presentación del proyecto eTwining "The plant around us" a la comunidad educativa galardonado con un Sello de Calidad Europeo, y disponible en https://prezi.com/view/VDYyN1Ce8KSqMkpGDb5F/

3. Resultados

Las experiencias de aplicación de la metodología por proyectos muestran que el clima de las aulas y los centros educativos, la motivación de los alumnos y el nivel de satisfacción de los docentes aumentan. Además implica que, de manera casi natural, los alumnos tengan que hacer un uso avanzado de las herramientas tecnológicas para presentar información, generar sus propios recursos de aprendizaje o presentar el trabajo de un proyecto públicamente con apoyo de presentaciones, vídeos, mapas conceptuales o aplicaciones con dispositivos móviles [2]. En el aula de Biología del IES Riu Túria se constatan dichos resultados, aunque el grado de éxito en la consecución de los objetivos es desigual en relación a los grupos y niveles impartidos Tabla 1).

Grupo	Curso 14/15	Curso 15/16	Curso 16/17	Curso 17/18	MEDIA
NO PLURILINGÜE					
ABP 1º ESO	71.70%	72.00%	77.00%	66.00%	71.70%
ABP 3º ESO	70.00%			60.00%	65.00%
PLURILINGÜE					
ABP 2º ESO		95.00%			95.00%
ABP 3º ESO		96.80%	100.00 %	100.00%	99.00%

Tabla 1: Se presentan los resultados en porcentaje de aprobados de los últimos 4 años de experiencia educativa aplicando la metodología de trabajo basado en proyectos (ABP).

En relación a los grupos plurilingües, la metodología aplicada garantiza la adquisición de las capacidades científicas propias del nivel y potencia el desarrollo de capacidades tecnológicas más avanzadas que las del resto de alumnos que no utilizan esta metodología. Igualmente, contribuye y mejora la adquisición de las capacidades lingüísticas orales y escritas en lengua inglesa. Ello se traduce en un grado de éxito escolar en dichos niveles del 95-100%.

Sin embargo, el éxito es menor en grupos de la ESO no plurilingües en los que otros factores ajenos a la metodología de aula afectan al rendimiento educativo. Las dificultades más comúnmente encontradas en este nivel se relacionan con la falta de hábitos de trabajo e interés por la actividad académica en el alumnado, unido ello con una menor colaboración familiar en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Además, el tiempo requerido por el alumnado de 1º de ESO para ajustarse a los nuevos cambios metodológicos en un curso escolar en el que se producen también cambios estructurales y de entorno educativo (el paso del colegio al instituto) es muy superior, lo cual ralentiza el desarrollo de los proyectos y la percepción de éxito por parte de los alumnos. Por otro lado, muchos alumnos ofrecen resistencias al trabajo colaborativo en equipo, en algunas ocasiones debido a la interiorización de un aprendizaje basado en la competitividad individual, y en la mayor parte de los



casos por la frustración que supone la no colaboración de sus compañeros en la consecución del éxito global, que supone también el éxito individual. A pesar de ello, se constata una mayor integración del alumnado más desmotivado y un papel más activo en el aula, evitando así episodios de disrupción en las clases. Cabe destacar que los estudiantes con necesidades educativas y problemas de aprendizaje se ven favorecidos e integrados en la dinámica de la clase ya que el proceso atiende a la distribución de tareas adaptadas a las capacidades individuales sin necesidad de utilizar materiales individualizados, lo cual aumenta la integración y autoestima de este alumnado.

Durante estos años de experiencia, se observa también que en el inicio del proceso (inicio del curso), la motivación y el esfuerzo del alumnado es mayor, y también lo son los resultados de evaluación de la asignatura. Sin embargo, tras recibir los resultados de evaluación globales del conjunto de asignaturas, el alumnado más desmotivado pierde el interés por el estudio y el esfuerzo autónomo, ya que considera que dicho esfuerzo no le ayudará a conseguir el éxito escolar.

No hay duda de que estas resistencias al éxito en la metodología aplicada se minimizaría si, el aprendizaje colaborativo se aplicara en la escuela de forma temprana, y el aprendizaje por proyectos no se diera únicamente en una asignatura y se extendiera de al resto de disciplinas mediante proyectos pedagógicos en los centros educativos.

Por otro lado, al comparar los resultados de los grupos en los que se ha utilizado la metodología presentada con los resultados globales de éxito escolar en el centro educativo (tabla 2), se observa en todos los casos mejores resultados en relación a la media. Si bien los resultados de 2º y 3º de ESO pueden ser atribuidos a mayores capacidades y motivación por la actividad académica en el alumnado que pertenece a la línea plurilingüe, en el caso del alumnado de 1º de ESO, con grupos completamente heterogéneos en capacidades y en que la asignatura no se imparte en inglés, se constata un mayor éxito en las clases de Biología y Geología en comparación con los obtenidos en éxito escolar global en el centro.



	Curso 14/15	Curso 15/16	Curso 16/17	Curso 17/18	MEDIA
Aula Biología					
ABP 1º ESO	71.70%	72.00%	77.00%	66.00%	71.70%
ABP 2º ESO		95.00%			95.00%
ABP 3º ESO	70.00%	96.80%	100.00 %	80.00%	86.70%
Global alumnado					
1º ESO	69.81%	66.28%	58.66%	55.17%	62.48%
2º ESO		62.37%			62.37%
3º ESO	85.36%	46.23%	59.61%	60.97%	63.04%

Tabla 2: Comparativa de éxito escolar en la asignatura de Biología mediante la metodología ABP con los resultados globales de éxito escolar en el centro educativo (alumnado que promociona de curso por nivel en convocatoria ordinaria).

4. Conclusiones

El aprendizaje por proyectos y los recursos metodológicos aplicados contribuyen a que los alumnos de todos los niveles aprendan más y mejor, e incorporen en su aprendizaje aspectos como el uso de las TIC, la cooperación con otros y la adquisición de competencias para aprender a aprender. Es una metodología que permite que los alumnos adquieran las competencias básicas y aprendan de manera significativa. La metodología garantiza el éxito escolar en la enseñanza plurilingüe y su aplicación en todos los ámbitos de conocimiento reduciría la tasa de fracaso escolar aumentando el papel activo del alumnado, y mejoraría la convivencia en las aulas, gracias al trabajo en equipo e integración. Tal como afirman Lamer y Mergendoles [7], si realmente pretendemos que nuestros alumnos alcancen los objetivos de formación para el s. XXI, el trabajo por proyectos debe ser el eje central de la educación en esta época.



Referencias

[1] Cappello, M. y N. T. Walker (2016). Visual thinking strategies: Teather's reflections on Closely Complex Visual Texts within the disciplines. https://ila.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/trtr.1523.

[2] Cedec (2015). Aprendizaje basado en proyectos: del profesor pionero a los centros innovadores. http://cedec.intef.es/aprendizaje-basado-en-proyectos-del-profesor-pionero-a-los-centros-innovadores/

[3] Collazos, C.A. y J. Mendoza (2006). Cómo aprovechar el aprendizaje colaborativo en el aula. Educación y Educadores, 2006, V 9, Nº 2, pp. 61-76.

[4] Doménech-Canal, J. (2017). Aprendizaje basado en proyectos y competencia científica. Experiencias y propuestas para el método de estudios de caso. X Congreso Internacional sobre investigación en didáctica de las Ciencias. Sevilla FLN (2014). The Four Pillars of F-L-I-P ™. https://www.flippedlearning.com

[5] Hernández, N; M. González y P. Muñoz (2014). La planificación del aprendizaje colaborativo en entornos virtuales. Comunicar nº42. http://dx.doi.org/10.3916/C42-2014-02.

[6] Lamer, J y J. Mergendoles.(2014) The main course, not dessert. How students are reaching 21st goals? With 21st Century Project Based Learning. http://bie.org/object/document/main-course-not-desert.

[7] Larmer, J.; J.Mergendoller y S. Boss. (2015). Setting the estándar for Project Based Learning. ASCD.

[8] Pozuelo, F. J. (2007). Trabajo por proyectos en el aula: Descripción, investigación y experiencias. Colección Colaboración Pedagógica, 18. M.C.E.P.

[9] Pujolás P. (2008). Nueve ideas clave. El aprendizaje cooperativo. Ed Graó.

[10] Salmerón, H.; S. Rodríguez y C. Gutierrez (2010). Metodologías que optimizan la comunicación en entornos de aprendizaje virtual. Revista comunicar, nº 34. http://10.3916/C34-2010-03-16.

[11] Trujillo, F. (2014). Qué aporta el aprendizaje basado en proyectos y cuáles son las principales dificultades. https://fernandotrujillo.es/abpintef-que-aporta-principales-dificultades.



TRABAJO COLABORATIVO, CLIL Y ABP EN LA ENSEÑANZA PLURILINGÜE DE LA BIOLOGÍA

UNA DÉCADA DE PRÁCTICA EN LAS AULAS DEL IES RIU TÚRIA

INTRODUCCIÓN

Desde hace 10 años, en el IES Riu Túria se utilizan estrategias innovadoras en las aulas de Biología mediante la utilización de materiales originales de elaboración propia que promueven tanto la implicación del alumnado en el proceso de aprendizaje como la adquisición de las capacidades básicas.

El trabajo en el aula se basa en la realización de proyectos en equipos colaborativos, con elaboración de una producción final que será expuesta a la clase por el propio alumnado.

Durante el proceso, el alumnado dispone de los medios adecuados para la utilización de las TIC (ordenadores, biblioteca de aula,...) y la dinámica de la clase se basa en la metodología "flipped classroom", en la que el alumnado trabaja previa y autónomamente los contenidos preparados por la profesora, participando así activamente en la adquisición de los conocimientos.

El alumnado también participa en el proceso de evaluación, tanto de su propio trabajo como del realizado por sus compañeros, así como del proceso de aprendizaje.

Como complemento a la educación plurilingüe, el alumnado participa en proyectos europeos en la plataforma etwinning.



RESULTADOS

Utilizando la metodología descrita el grado de éxito escolar en la enseñanza plurilingüe es del 95-100%

El éxito es menor en grupos no plurilingües en los que otros factores ajenos a la metodología de aula afectan al rendimiento educativo. Sin embargo se constata una mayor integración del alumnado y un papel más activo en el aula, evitando así episodios de disrupción en las clases.

PROYECTOS INTERNACIONALES

eTwinning

Desde el curso académico 17/18, nuestro alumnado plurilingüe está participando en proyectos internacionales en la plataforma etwinng. Experiencias como "Sharing our learning" y "The plant around us" han permitido que nuestro alumnado interactúe con otros estudiantes europeos. La evaluación de los proyectos realizados demuestra que dichas actividades son divertidas, motivadoras, mejoran las capacidades lingüísticas, potencian tanto el trabajo en equipo como la adquisición de contenidos.

El proyecto "The plant around us recibió el Sello de Calidad Nacional

https://pteji.com/view/ejuBnKIaSOJ3?ntl=kP

EL TRABAJO EN EQUIPO



Requiere un reparto de tareas y responsabilidades: se asignan cargos (coordinador, portavoz, secretario, material) y se reparten las tareas a realizar. El proceso queda registrado en un CUADERNO DEL EQUIPO en el que además se refleja la coevaluación y autoevaluación de los miembros.



Se potencia la ayuda mutua para lograr un objetivo común



Se utilizan plataformas en línea para poder compartir el trabajo o ideas (google drive, dotstorming,...)

EL TRABAJO POR PROYECTOS

FASES:

- **INTRODUCCIÓN:** planteamiento de l problema
- **ANÁLISIS DE LOS CONOCIMIENTOS PREVIOS:** reflexión sobre lo que se sabe y lo que se necesita saber
- **BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN:** en libros y ordenadores
- **TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN:** realización de tareas para la adquisición de contenidos
- **PRODUCTO:** diferente para cada proyecto: esquemas, murales, presentaciones, maquetas, cuestionarios, teatro, vídeo, rap, cómic, investigación, ...
- **PRESENTACIÓN DE LA PRODUCCIÓN:** a la clase
- **EVALUACIÓN:** individual, del equipo, del proyecto, de otros equipos



LA ENSEÑANZA PLURILINGÜE

Utilizando la metodología descrita, el proceso se complementa con recursos, vídeos y actividades interactivas que ayudan al alumnado a la adquisición y práctica de la lengua inglesa. Algunos recursos utilizados son:





CONCLUSIONES

La metodología garantiza el éxito escolar en la enseñanza plurilingüe

Su aplicación en todos los ámbitos de conocimiento reducirá la tasa de fracaso escolar (papel activo del alumnado) y mejorará la convivencia en las aulas (trabajo en equipo e integración)

AUTORA:
ISABEL GARCÍA FERRER

Trencant guions.
Activitats de ciències amb Arduino

Juan José Ruiz Ruiz[1], José Ramón Pintos Taroncher[2]
ruiz_juarui@gva.es, pintos_jos.gva.es
Cefire CTEM (Científic, Tecnològic i Matemàtic de la Comunitat Valenciana)[1i2]

Modalitat: Pòster.

Nivell educatiu: Educació Secundària Obligatòria i Batxillerat.

Resum

Proposem una sèrie de pràctiques de laboratori amb un enfocament interdisciplinari i contextualitzades. Per aquesta raó les activitats es plantegen com a investigacions de l'alumnat guiades pel professorat amb l'objectiu de captar l'interés de l'alumnat. En el disseny de les pràctiques es compta amb elements tecnològics que ens permeten adequar les pràctiques a la realitat actual com són sensors, targetes d'adquisició de dades, ordinadors i programes especialitzats en l'anàlisi de dades. Amb aquest enfocament des del CEFIRE CTEM hem posat en marxa un projecte de formació per al professorat de secundària de ciències que creiem que afavorirà la realització d'una major quantitat d'activitats pràctiques de laboratori amb suport de les TIC i això millorarà la imatge que té l'alumnat de la ciència i augmentarà les vocacions STEM.

Paraules clau: EXAO, STEM, TIC, Cefire.

1. Introducció

Les activitats pràctiques de laboratori plantejades com activitats indagatives, coherents amb la metodologia científica, són essencials en un ensenyament de la ciència de qualitat [1] i [2]. També és important l'ús de les TICs [3] en l'ensenyament de les ciències amb un enfocament STEM (Ciència, Tecnología, Enginyeria i Matemàtiques) [4] amb una clara intenció de potenciar l'alfabetització científica (Roberts, 2007).

En el Cefire CTEM s'estan impartint cursos per a professors de secundària en els quals s'han fet activitats pràctiques de ciències EXAO (Experiències assistides per ordinador) amb un enfocament d'indagació guiada i materials electrònics de la plataforma Arduino. En finalitzar el curs els professors assistents han de presentar un informe del disseny i realització d'una activitat pràctica coherent amb els continguts treballats en el curs.



Als professors se'ls pot proporcionar material en préstec, així com assessoria. Es realitzen experiències de pilotatge de la posada en pràctica dels materials a l'aula i es facilita l'intercanvi d'informació i experiències.

2. Materials elaborats

A continuació es descriuen un conjunt de pràctiques que hem elaborat i posat en pràctica en cursos de formació del professorat en el CEFIRE.

2.1 Freqüència del corrent elèctric

Aquesta pràctica és dissenya per a 1r de Batxillerat en la qual s'utilitza la placa Arduino i una fotoresistència LDR per a estudiar la freqüència del corrent elèctric. L'alume haurà d'estudiar les oscil·lacions de tensió observades en una resistència LDR, que estan relacionades amb la freqüència del corrent altern que circula per la bombeta d'incandescència que la il·lumina. Podem mesurar la variació del voltatge en la fotoresistència connectant-la a una placa Arduino. Aleshores, si mesurem de forma adequada aquestes oscil·lacions obtindrem una freqüència de 50 Hz coincident amb la freqüència del corrent elèctric.

2.2 Estudis termomètrics

L'activitat proposada és per a 4t d'ESO de la matèria de Física i Química en la qual s'utilitza la placa Arduino i la sonda de temperatura DS18B20 per a la determinació de temperatures de líquids. L'alumnat pot realitzar de forma molt senzilla i visual la corba d'escalfament d'una substància com l'aigua i comparar-la amb la corba d'escalfament d'una dissolució. També es realitzen valoracions termomètriques i determinacions de calors de reacció.

2.3 Llum ultraviolada

En aquesta pràctica es proposa avaluar l'eficiència com a protectors de la radiació UV de diferents filtres solars. Es construeix un dispositiu amb una llanterna de llum ultraviolada, una cubeta de quars i el sensor de radiació ultraviolada GUVA S12 SD. El dispositiu es connecta amb una placa Arduino i aquesta amb l'ordinador per a fer mesures de intensitat de llum ultraviolada transmesa en travessar una dissolució que conté el filtre solar.

2.4 Activitats amb gasos



Presentem els resultats d'una activitat pràctica que anomenem, "Com es comporten els gasos?"

Es va triar el sensor BMP 180 per a realitzar mesures de pressió i temperatura. Aquest es va connectar a una placa Arduino UNO que es comunicava amb un ordinador.

S'ha dissenyat un programa de Arduino que pren la mesura del sensor i ens el mostra en pantalla. Es conforma així una taula de dades pressió-volum. Les dades són analitzades mitjançant un full de càlcul i el programa Graph. La relació entre variables s'ajusta molt bé a la proporcionalitat inversa (funció hipèrbola, Boyle).

A volum constant i temperatura variable es registren dades de pressió i temperatura centígrada a intervals de temps de 10 segons. Les dades experimentals de pressió/temperatura absoluta s'aproximen molt bé a un comportament de proporcionalitat directa (Gay-Lussac).

La qualitat dels resultats de les activitats pràctiques ha sigut molt bona per a tractar-se de pràctiques realitzades en laboratori escolar. Els resultats que s'obtenen superen a altres mètodes utilitzats tradicionalment com són els aparells de gasos que treballen amb manòmetres de mercuri.

2.5 Valoracions àcid-base

Aquesta pràctica és dissenya per a 1r de Batxillerat en la qual s'utilitza una placa Arduino i el sensor de pH SN0171 amb elèctrode de vidre. L'alumne podrà fer valoracions àcid-base, treballar amb conceptes com el punt d'equivalència i la neutralització. També es treballa amb dissolucions tampó i es comparen diferents pastilles antiàcid comercials.

2.6 Estudis de moviments rectilinis

S'estudien els moviments rectilinis amb sensors d'ultrasons com és el cas de la caiguda lliure, moviment en un pla inclinat o moviment oscil·latori d'una molla helicoïdal.

2.6.1 Caiguda lliure



La activitat proposta és per a 4t d'ESO de la matèria de Física i Química en la qual s'utilitza la placa Arduino i el sensor de posició (HC_SR04 o HY-SRFO5) per a estudiar el moviment de caiguda lliure d'una pilota. L'alumne haurà d'aplicar el model de moviment uniformement accelerat per a analitzar les dades experimentals obtingudes i determinar el valor de l'acceleració de caiguda del cos.

2.6.2. Moviment oscil·latori d'una molla helicoïdal

Aquesta pràctica és dissenya per a 1r de Batxillerat. S'utilitza la placa Arduino i el sensor de posició HC_SR04 per a estudiar el moviment d'oscil·lació d'una molla d'acer.

L'alumne haurà d'aplicar el model de moviment vibratori harmònic simple per a analitzar les dades experimentals obtingudes i determinar el valor de la freqüència angular, període, freqüència, així com observar la relació existent entre les magnituds elongació, rapidesa i acceleració.

3. Conclusions

El títol d'aquest pòster «Trencat guions» vol manifestar la nostra voluntat d'elaborar seqüències didàctiques per a la realització d'activitats pràctiques obertes i participatives per a l'alumnat, que potencien la seua creativitat, argumentació i pensament crític superant les activitats tradicionals amb «guions» totalment pautats a mode de recepta de cuina.

Els materials de la plataforma Arduino (hardware i software) són fàcilment accessibles, molt versàtils i de baix preu, la qual cosa facilita la seua incorporació a l'aula.

La resposta dels professors i alumnes que d'alguna forma han participat en les activitats formatives d'aquest projecte del Cefire CTEM ha estat molt positiva. Han elaborat activitats pràctiques d'alta qualitat amb resultats molt precisos i amb un alt grau de participació i motivació.

La posada a punt d'un determinat material (software i hardware) requereix de vegades d'un procés d'indagació prèvi laboriós, per la qual cosa és molt interessant la creació de xarxes de professors que intercanvien informació, tasca que volem facilitar des del Cefire CTEM.



Referències

[1] Lunetta, V. N., Hofstein, A. y Clough, M. P. (2008). Learning and teaching in the school science laboratory: an analysis of research theory and practice. En S. K. Abell y N. G. Lederman (eds.). Handbook of research on Science Education, pp. 394-441.

[2] Crujeiras, B. Y Jiménez-Alenxandre, M.P. (2015) Desafíos planteados por las actividades abiertas de indagación en el laboratorio: articulación de conocimientos teóricos y prácticos en las prácticas científicas. Enseñanza de las Ciencias, 33 1 pp 63-84

[3] López-Simó, V, Couso, D., Simarro, C., Garrido, A., Grimalt, C., Hernández, M.I. i Pintó, R.(2017). El papel de las TIC en la enseñanza de las ciencias en secundaria desde una perspectiva de la práctica científica. Enseñanza de las ciencias. Nº Extraordinario. X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las ciencias, pp. 691-697.

[4] Roberts, A (2007). Scientific literacy/science literacy. In S.K. Abell & N.G. Lederman (Eds.), Handbook of research on science education (pp. 729-780). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

[5] Roberts, A (2007). Scientific literacy/science literacy. In S.K. Abell & N.G. Lederman (Eds.), Handbook of research on science education (pp. 729-780). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.



Trencant guions. Activitats de ciències amb Arduino

Juan José Ruiz Ruiz (ruiz_juarui@gva.es)
José Ramón Pintos Taroncher (pintos_jos.gva.es)

GENERALITAT VALENCIANA

cefire Científic, Tecnològic i Matemàtic

INTRODUCCIÓ

Les activitats pràctiques de laboratori plantejades com activitats indagatives, coherents amb la metodologia científica, són essencials en un ensenyament de la ciència de qualitat (Lunetta et al, 2008; Crujeiras et al, 2015).

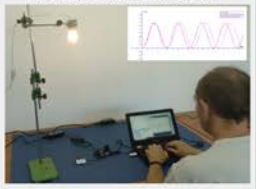
També és important l'ús de les TICs (López-Simó et al, 2017) en l'ensenyament de les ciències amb un enfocament STEM (Ciència, Tecnología, Enginyeria i Matemàtiques) (Sanders, M., 2009) amb una clara intenció de potenciar l'alfabetització científica (Roberts, 2007).

OBJECTIUS

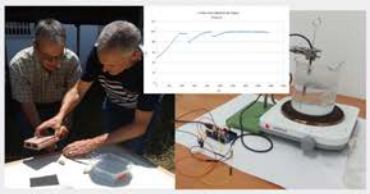
- Dissenyar activitats pràctiques **EXAO** per a les matèries de ciències.
- Potenciar la realització d'activitats pràctiques de laboratori com a **investigacions guiades**.
- Realitzar pràctiques **innovadores** amb un enfocament **STEM**, és a dir, interdisciplinar i contextualitzades, que siguen d'interès per l'alumnat.

MATERIALS ELABORATS

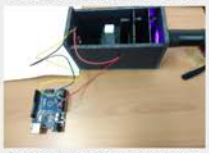
INTENSITAT DE LLUM



ESTUDIS TERMOMÈTRICS

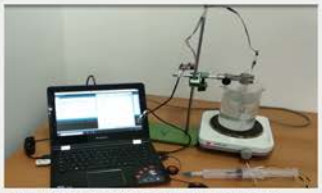


LLUM ULTRAVIOLADA



Fotografia 1. Aparell per a determinar l'absorbància de la llum ultraviolada per filtres solars.

ACTIVITATS AMB GASOS



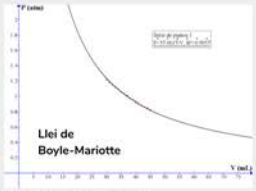
Fotografia 2. Adquisició de dades de pressió i temperatura dins de la xeringa.



Gràfic 1. Relació entre pressió i temperatura en ºC.

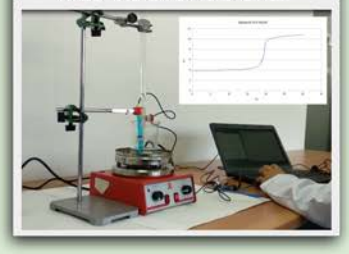


Fotografia 3. Sensor dins de la xeringa.

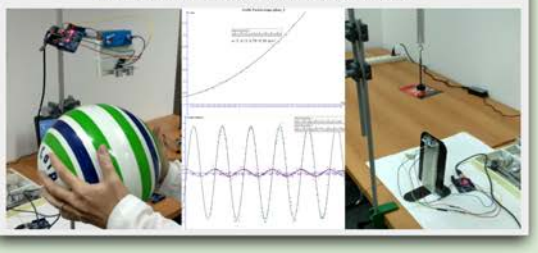


Gràfic 2. Pressió en funció del volum

VALORACIONS ÀCID-BASE



ESTUDIS DE MOVIMENTS RECTILINIS



CONCLUSIONS

Els materials de la plataforma Arduino (hardware i software) són fàcilment accessibles, molt versàtils i de baix preu.

La resposta dels professors i alumnes en la fase inicial del projecte ha estat molt positiva. Han elaborat activitats pràctiques d'alta qualitat amb resultats molt precisos i amb un alt grau de participació i motivació.

La posada a punt d'un determinat material (software i hardware) requereix de vegades un procés d'indagació prèvia laboriós, per la qual cosa és molt interessant la creació de xarxes de professors que intercanvien informació, tasca que volem facilitar des del Cefire CTEM.

REFERÈNCIES

CRUJEIRAS, B. y JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M.P. (2015) Desafíos planteados por las actividades abiertas de indagación en el laboratorio: articulación de conocimientos teóricos y prácticos en las prácticas científicas. Enseñanza de las Ciencias, 33 1 pp 63-84

LÓPEZ-SIMÓ, V, COUSO, D., SIMARRO, C., GARRIDO, A., GRIMALT, C., HERNÁNDEZ, M.I. i PINTÓ, R. (2017). El papel de las TIC en la enseñanza de las ciencias en secundaria desde una perspectiva de la práctica científica. Enseñanza de las ciencias. Nº Extraordinario. X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las ciencias. 691-697.

LUNETTA, V. N., HOFSTEIN, A. y CLOUGH, M. P. (2008). Learning and teaching in the school science laboratory: an analysis of research theory and practice. En S. K. Abell y N. G. Lederman (eds.), Handbook of research on Science Education , pp. 394-441.

ROBERTS, A (2007). Scientific literacy/science literacy. In S.K. Abell & N.G. Lederman (Eds.), Handbook of research on science education (pp. 729-780). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

SANDERS, M. (2009, December). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.++

Uso de la unidad “la función de relación” para introducir la neuroeducación en el aula de 3º de la ESO

María Ángeles Gómez Climent[1, 2], Samuel Hernández González[2] , Carlos Caurín Alonso [2]

mariaangeles.gomez@unir.net, samuel.hernandez@uv.es
Carlos.Caurin@uv.es

Universidad Internacional de la Rioja[1], Universidad de Valencia[2]

Modalidad: Póster

Nivel educativo: Educación Secundaria Obligatoria

Resumen

Es importante recordar que el alumno de 3º de la ESO se encuentra en plena adolescencia, una época de gran plasticidad neuronal que aporta gran adaptación y capacidad de aprendizaje pero que al mismo tiempo puede traer problemas de regulación emocional y vulnerabilidad a enfermedades mentales, entre otros. Es por esto, que en esta investigación se busca trasladar una serie de conceptos del área de neurociencias, principalmente aquellos relacionados con aspectos cognitivos y de plasticidad cerebral íntimamente relacionados con la adolescencia. El objetivo principal es introducir estos conocimientos aprovechando la unidad de “La función de relación” del curso 3º de la ESO.

Para ello, la investigación desarrollada se llevó a cabo en tres grupos de unos 21 alumnos de tres clases distintas de 3º de la ESO, el diseño de investigación se ajusta a un diseño cuasiexperimental, PRE-POST test.

Los grupos responden a: un grupo en el que solamente se siguió la información que aparecía en el libro de texto relativa a la “función de relación”, otro grupo en el que se integraron también los nuevos contenidos y un último grupo en el que también se realizó una intervención didáctica de contenido neuroanatómico.

En primer lugar se seleccionó información relacionada con la anatomía y la plasticidad cerebral (sobre todo en el adolescente) y funciones cognitivas, los cuales aparecían de manera superficial en el contenido de la unidad del libro de texto. Posteriormente, se desarrolló la unidad del libro de texto junto con estos contenidos. Los alumnos respondieron cuestiones relativas a estos contenidos antes y después del periodo de la intervención y estos cuestionarios fueron analizados mediante redes sistémicas.

Las conclusiones de esta investigación muestran como la incorporación de estos contenidos relevantes y la intervención didáctica sobre la neuroanatomía del cerebro permitieron profundizar en estos contenidos en el alumnado.



Palabras clave: neuroeducación, plasticidad, drogas, relación, adolescencia

1. Introducción

Actualmente, una de las disciplinas que está generando gran interés en el área de educación es la neurociencia educativa o neuroeducación. Esta disciplina no solo trata de trasladar a los docentes cuestiones relevantes sobre el funcionamiento del cerebro, sobre todo, aquella información que implica directamente al proceso de aprendizaje y las funciones cognitivas relativas a los periodos vitales para la educación en los centros. También se trata de una disciplina definida por aspectos: multidisciplinares, interdisciplinares y transdisciplinares (Pallarés-Domínguez, 2015).

El marco de esta investigación pretende ser multidisciplinar, ya que busca que tanto el área de educación como de la neurociencia puedan contribuir a un proyecto común a la hora de trasladar conceptos de neurociencia relevantes para el alumno de 3º de la ESO. Es pertinente apuntar que esta investigación fue realizada en el trabajo fin de máster perteneciente al "Máster universitario de profesor de educación secundaria" de la Universidad de Valencia (Gómez-Climent, 2018).

1.1 El cerebro adolescente

Actualmente existen diversas investigaciones desde el área de neurociencias en las que se estudia el cerebro adolescente y las funciones cognitivas que derivan de él. Entre las principales conclusiones que se obtienen de estos estudios se encuentra la gran plasticidad cerebral que se da en esta edad, dicha plasticidad es la responsable de que en la adolescencia se dé una gran capacidad de aprendizaje pero que al mismo tiempo exista una alta vulnerabilidad a enfermedades mentales, entre ellas la depresión (Fuhrmann, Knoll y Blakemore, 2015; Gardner y Steinberg, 2005). Además, se sabe que estos cambios a nivel cerebral provocan una baja regulación a nivel emocional y una alta impulsividad y atracción hacia situaciones de riesgo (característica típica del comportamiento adolescente) (Silverman, Jedd y Luciana; 2015).

Por lo tanto, la comprensión de esta bibliografía científica adaptada al nivel de 3º de la ESO puede ser muy útil para la reflexión de determinados



comportamientos perjudiciales o de riesgo para los adolescentes de este nivel educativo.

1.2 Neuroeducación y educación emocional para adolescentes

En relación con lo anteriormente expuesto, distintas investigaciones muestran como el aprendizaje en el aula sobre temas vinculados a la plasticidad cerebral y la inteligencia motivan a los alumnos en su aprendizaje. Por ejemplo, se ha visto como los alumnos presentan distintas creencias sobre la inteligencia y su estabilidad o potenciación. Se ha estudiado como el conocer sobre la plasticidad del cerebro y trabajar distintos textos hace que aumente su desempeño académico (Blackwell, Trzesniewski y Dweck, 2007).

Del mismo modo, se ha encontrado que tratar el tema de la plasticidad del cerebro y el cambio en diferentes aspectos de la personalidad y el estrés social, resultó en que los alumnos fueran mejores en el afrontamiento del estrés y obtuvieron mejores calificaciones en el primer año frente al grupo control que no recibió dicho programa (Yeager et al., 2016). En otro estudio, se ha podido comprobar como cuando el índice de inteligencia emocional grupal a nivel educativo es mayor, este se asocia con un mayor rendimiento escolar grupal (Aritzeta et al., 2015). Por lo tanto, la educación emocional en el ámbito educativo en la adolescencia puede suponer también una gran ventaja para ellos debido a su gran reactividad emocional. La gran inestabilidad emocional que presenta el adolescente requiere ayuda para aprender a regularla y no caer en conductas impulsivas de riesgo y descontroladas. A esta situación hay que añadir: la nueva imagen corporal, desarrollar diferentes dimensiones de su personalidad, aceptar y regular su sexualidad, utilizar con flexibilidad sus nuevas capacidades cognitivas y aprender a afrontar la presión por sentirse aceptados por sus compañeros, la presión escolar etc. (Bisquerra et al., 2012; Bisquerra et al., 2016). Todos estos aspectos a los que se tiene que adaptar el/la adolescente hacen que en este periodo concreto de su vida se sienta sometido a un gran estrés, el cual mal regulado puede derivar en trastornos ansioso-depresivos entre otros y conductas violentas y /o de riesgo (Giedd, 2015; Giedd et al., 2015). Debido a este hecho se hace fundamental el educar

tanto de manera implícita como explícita en salud emocional y mental. Ya sea integrándola en diferentes áreas académicas y en todos los cursos de manera transversal o como mínimo en la tutoría y en asignaturas que tengan una relación específica con dicha educación (Bisquerra et al., 2012; Bisquerra et al., 2016). Son destacables al respecto, los programas de formación en mediación, en los cuales la educación emocional tiene un papel fundamental, ya que es importante identificar las propias emociones para detectar la de los demás. De este modo, se crean espacios de mediación para trabajar con el otro y afrontar los conflictos en un entorno de aprendizaje y respeto mutuo. En estos espacios de entendimiento se favorece la resolución pacífica de los conflictos (Caurín, Marco, Marco y Penella, 2009; Morales y Caurín, 2014; Caurín, 2018).

También hay que tener en cuenta, como ya se ha comentado, la educación y prevención en problemas de salud mental (estrés, ansiedad y depresión), para ello algunos conocimientos que son recomendables adquirir son: nociones sobre el funcionamiento del sistema nervioso central y autónomo, factores de riesgo que pueden conducir a situaciones que generen estrés, ansiedad y depresión, manifestaciones y síntomas en el organismo y la salud del individuo, estrategias de prevención y control, terapias, etc. (Zalve y Talavera, 2016).

Por lo tanto, es comprensible el que se puedan tratar estos contenidos de educación emocional y mental en la unidad de “la función de relación”, ya que están directamente vinculados al entendimiento del funcionamiento del sistema nervioso y de cómo diversas situaciones de desequilibrio pueden alterar su correcto funcionamiento (desequilibrio homeostático).

2. Diseño experimental

Es por ello por lo que en esta investigación se pretende aprovechar la unidad de la función de relación para desarrollar una serie de contenidos neurocientíficos relacionados con el propio cerebro del adolescente y su comportamiento, para que de este modo el alumno pueda adquirir estos conocimientos de un modo cercano y motivante y puedan servirle en la medida de lo posible, para reflexionar sobre ellos y la relación de estos con su propia vida. Para comprobar que efectivamente estos conocimientos calan de una



manera significativa en el alumno es importante desarrollarlos y presentarlos de un modo cercano, en el que el alumno sea agente activo de su conocimiento, por lo tanto, no es indiferente el modo en el que este contenido se desarrolle y se trate en el aula.

Es en este punto, teniendo en cuenta lo dicho en los apartados anteriores, en el que se plantean las siguientes *hipótesis generales (**HG**)*:

HG1: Los alumnos que reciban la información proveniente de la unidad de la función de relación del libro junto con los contenidos seleccionados sobre el cerebro y en particular sobre el cerebro adolescente y sus funciones cognitivas, adquirirán los conocimientos relativos a esta unidad con más profundidad y matices, que aquellos que solo reciban la información de la unidad del libro de Biología y Geología. De 3º de la ESO.

HG2: Los alumnos que reciban la información tanto de la unidad del libro y la seleccionada, junto la realización de una actividad sobre la neuroanatomía del cerebro adquirirá los conocimientos relativos a esta unidad de una manera mucho más completa y profunda que el resto de los grupos.

2.1 Sujetos de la investigación

Los sujetos de la investigación corresponden a los tres grupos del nivel educativo de 3º de la ESO (14-15 años) de un instituto de educación secundaria de Valencia, por lo tanto no fueron elegidos al azar sino que los grupos ya estaban formados. El procedimiento para designar la intervención que seguiría cada grupo sí que fue seleccionado al azar. La muestra de alumnos de 3 º de la ESO fue la siguiente: grupo A (21), grupo B (22) y grupo C (22). Cada estudiante cumplimentó dos cuestionarios, codificando posteriormente su identidad de la misma manera. Las sesiones en las aulas se realizaron en el horario (55 minutos) de la asignatura de biología y geología de cada grupo. En total fueron 6 sesiones para el grupo control y 7 sesiones para los otros dos grupos.



2.2 Diseño de la intervención

El diseño de la investigación se ajusta a un diseño cuasiexperimental, en el que los sujetos no son designados al azar a los grupos. La investigación se ajusta a un diseño test PRE-POST.

Antes de comenzar con las sesiones de la intervención, el alumnado realiza el pre-test o cuestionario previo, para saber sus conocimientos previos a las preguntas planteadas sobre el tema. Posteriormente, se realiza la intervención en las distintas sesiones teniendo en cuenta que en esta investigación existen tres grupos distintos: un grupo control (**G1**), un grupo con una intervención parcial **(G2)** y un tercer grupo con la intervención completa **(G3).**

G1. Se explica la unidad "La función de relación" relacionada con el sistema nervioso tal como aparece en el libro

G2. Se explica la unidad "La función de relación" relacionada con el sistema nervioso añadiendo conocimientos sobre: el cerebro adolescente y sus funciones cognitivas, casos clínicos concretos en los que se ejemplifique la relación existente entre la fisiología de determinadas áreas del cerebro y su función cognitiva, enfermedades mentales, estrés y depresión, drogas y su efecto en el cerebro.

G3. La explicación de la unidad "La función de relación" relacionada con el sistema nervioso se realizará de modo similar al **G2**. Además, se añadirá una actividad sobre modelización del cerebro en relación con distintas áreas cerebrales y sus funciones cognitivas.

A estas sesiones le sigue una segunda evaluación (post-test) para comprobar los cambios producidos, en principio, debido a la intervención didáctica.

2.3 Elaboración de los cuestionarios

Para la elaboración de los cuestionarios se seleccionaron tanto: cuestiones directamente relacionadas con la unidad de la función de relación que también aparecen en el libro, como otras más específicas del área de neurociencias relativas a los contenidos integrados en las sesiones de la intervención. Además, se añadieron modelos en 2D para completar los nombres de los componentes que se señalaba, estos modelos correspondían a una neurona y



un cerebro, con diferentes áreas marcadas para indicar sus nombres. Para la valoración de la adecuación de estas cuestiones en la intervención, se consultaron a varios expertos: a dos doctores en el área de neurociencias y un doctor en biología.

2.4 Elaboración de la unidad didáctica

Para la elaboración de la unidad didáctica se recopiló información de diferentes revistas de divulgación científica como de investigaciones científicas relativas a:

-características del cerebro adolescente (plasticidad neuronal, circuito de recompensa…) y funciones cognitivas

-casos clínicos, destacando las áreas cerebrales lesionadas y las funciones afectadas

-el cerebro según sexos y las enfermedades mentales

-el estrés y la depresión

-las drogas y cómo afectan al cerebro (en concreto al circuito de recompensa)

2.5 Análisis de los cuestionarios

Para el análisis de los cuestionarios se realizaron redes sistémicas, el cual es un método útil para la reducción de datos ya que permite una descripción de las características colectivas de los sujetos participantes en la investigación, pero al mismo tiempo respetando los matices individuales (Caurín, 1995; Caurín, 1999; Caurín y Lanchazo 2014). Para exponer datos cuantitativos Blis y Ogborn (1979), utilizan las Redes Sistémicas. En nuestro país diversos autores (Sanmartí 1989; Azcárate, 1990; Caurín, 1995 y 1999; Hernández 2001 y 2005; Martínez Penella, 2010; Caurín y Martínez, 2013; Caurín y Lanchazo, 2014) aplican este método, explican su origen y justifican sus ventajas a la hora de hallar modelos de respuesta.

Este procedimiento permite la organización de la información en diferentes subgrupos en el que cada alumno es codificado (en nuestro caso con una letra del alfabeto). De este modo, toda la información que ha sido categorizada resulta muy visual, clara y accesible (pudiendo establecer comparaciones y relaciones si fuera el caso entre la información parcial con el resto de la



información global). Por lo tanto, al realizar redes sistémicas, es posible establecer conclusiones sobre el efecto de la intervención en los distintos grupos que han participado en la investigación. En concreto, una vez recogidos todos los cuestionarios (pre-test antes de las sesiones de intervención y post-test), se procedió a la realización de las redes sistémicas de cada grupo correspondiente a cada clase y con cada alumno.

3. Resultados

A continuación se describen los resultados más destacados tras la intervención:

- aparecen nuevas funciones cognitivas en los tres grupos. Con más alumnos en algunas categorías en el **G2** y **G3.**

- ***G2****: "Mayor plasticidad y/o alteración en adolescentes"* (19% de los alumnos) y *"Cambia la estructura según la edad (en adolescente hay grandes cambios/hormonas y en el adulto se estabiliza)"* (14% de los alumnos).

G3: *"Cambia la estructura según la edad (en adolescente hay grandes cambios y en el adulto se estabiliza)"* (19% de los alumnos).

- **G2** (43% de los alumnos) y **G3** (38% de los alumnos) aportaron más variedad de ejemplos que tienen que ver con la plasticidad que se genera en el aprendizaje ya sea a la hora de acumular conocimiento o en el control emocional o que cambia con la edad.

- **G2** y **G3** aparece la diferencia entre el estrés agudo o "bueno" y estrés crónico o "malo" y la necesidad del estrés para sobrevivir en situaciones de alerta. (29% de los alumnos en cada grupo). En **G1** aparece la subcategoría de diferencia entre estrés agudo y crónico, pero solo hay 1 alumno.

- En relación con el efecto de las drogas: ***G1****,* ***G2*** *y* ***G3:*** "*Funciona peor/trastorna/afecta"* y "*Destruye neuronas/destruye el cerebro".*

G2, "*Alucinaciones/Percepción"* (19% de los alumnos), "*Dependencia"* (10% de los alumnos) y "*Efectos secundarios"* (10% de los alumnos).



***G3**, "Describe proceso de adicción en relación con adaptación del cerebro/circuito de recompensa"* (19% de los alumnos).

- Tras la intervención de la actividad de neuroanatomía del cerebro en el grupo **G3**, este obtuvo mayor número de alumnos que llegan a la mitad o más de respuestas correctas en el modelo del cerebro y del tronco del encéfalo.

GRUPOS	G1	G2	G3
Nuevas funciones cognitivas	X	X	X
Mayor plasticidad en adolescentes		19%	
Cambia la estructura según la edad		14%	19%
Más nº de ejemplos relacionados con la plasticidad y aprendizaje		43%	38%
Alguna diferencia en el cerebro a nivel neuroanatómico por sexo/ No afecta		38% 29%	33% 14%
Diferencia entre estrés "bueno" y "malo"		29%	29%
En relación con las drogas el cerebro "*Funciona peor/trastorna/afecta*" y "*Destruye neuronas/destruye el cerebro*"	X	X	X
Nuevos efectos de las drogas		39%	19%
La mitad o más de las respuestas correctas en la modelización de la neuroanatomía del cerebro		5%	38%

Tabla 1: nuevas categorías de respuestas tras el post-test en los 3 grupos.



En la tabla se puede ver las categorías nuevas que aparecieron en el post-test tras la intervención y los % en los grupos. Las X representan valores similares o sin relevancia y las casillas en blanco representan la ausencia de la categoría en el grupo.

4. Discusión y Conclusiones

En el presente trabajo se ha querido investigar si es posible aprovechar la unidad de “La función de relación” del temario de Biología y Geología de 3º de la ESO, para profundizar en distintos conceptos relativos al sistema nervioso, sobre todo aquellos que pueden resultar relevantes para el alumno de 14-15 años, el cual se encuentra en plena adolescencia.

Diversos estudios han mostrado como al tratar los temas relativos a funciones cognitivas y como surgen de la actividad cerebral, los discentes que han recibido dicha intervención han mostrado cambios significativos en su conducta, motivándose mucho más a la hora de abordar por ejemplo, el estudio de asignaturas como matemáticas (Blackwell et al., 2007). Al ser conocedores de que existe una plasticidad cerebral, la cual se potencia al realizar una práctica sobre un aprendizaje y que por tanto no está fija, el alumno pasa a ser protagonista de su aprendizaje y se siente motivado a tomar las riendas para abordar el reto de obtener el conocimiento necesario para para poder superar las diversas pruebas. Del mismo modo, el conocimiento relativo a esta plasticidad también es extrapolable al desarrollo de la personalidad y la propia conducta, al entender que uno mismo también puede trabajar en el afrontamiento de por ejemplo, situaciones estresantes en la vida (Yeager et al., 2016). Así el propio discente, puede ganar seguridad en sí mismo y la certeza de que uno puede trabajar y educarse en ciertas habilidades sociales para desarrollar en la vida el bienestar que necesita (Bisquerra, 2016).

Además, como ya se ha comentado anteriormente la adolescencia es un periodo muy particular, en el cual se producen grandes cambios a nivel cerebral que afectan a la conducta y generan predisposición por el riesgo y alteraciones a nivel de regulación emocional (Giedd, 2015).



Es por todo lo anteriormente dicho que entendemos que puede ser relevante para el alumno de este nivel educativo recibir esta información relativa al sistema nervioso, en concreto, aquella información que profundiza en el cerebro adolescente y las funciones cognitivas y emocionales que subyacen de su actividad. De este modo, el alumno puede adquirir una información que le puede ayudar a reflexionar sobre su propia vida, aumentando de este modo habilidades que son importantes para ella como la metacognición, aprender a aprender, identificar estados alterados emocionales, efectos de las drogas en el cerebro etc.

Como conclusiones más relevantes de este trabajo podemos extraer:

Los grupos **G2** y **G3:** que recibieron no solo la información de la unidad didáctica del libro sino también, el temario desarrollado sobre el cerebro y las funciones cognitivas, mostraron en general más profundidad y riqueza en las contestaciones. Aumentaron sus conocimientos sobre: la plasticidad cerebral existente en el cerebro y la relacionaron con funciones cognitivas, aprendizaje y edad, también aumentaron sus conocimientos sobre el estrés y el circuito de recompensa y las drogas.

El grupo **G3** que recibió la intervención más completa (actividad de modelización e indagación del cerebro), presentó una mejora en la localización de la neuroanatomía del cerebro frente a los otros grupos, confirmando la hipótesis de partida.

Por lo tanto, se pudo apreciar en ambos grupos una mayor profundización de los conceptos relativos a la neurociencia que pueden ser relevantes en la gestión de la propia vida de los adolescentes de 3º de la ESO.

Referencias

[1] Aritzeta, A., Balluerka, N., Gorostiaga, A., Alonso-Arbiol, I., Haranburu, M., y Gartzia, L. (2015). Classroom emotional intelligence and its relationship with school performance. *European journal of education and psychology, 9*(1), 1-8.

[2] Azcárate C. (1990). El concepto de derivada. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona.

[3] Bisquerra, R. (Coord.). (2016). *Educación emocional, propuesta para educadores y familia.* Bilbao, España: Descclée De Brouwer.



[4] Bisquerra, R. (Coord.), Punset, E., Mora, F., García Navarro, E., López-Cassà, E., Pérez-González, J.C., Lantieri, L., Nambiar, M., Aguilera, P., Segovia, N. y Planells, O. (2012). *¿Cómo educar las emociones? La inteligencia emocional en la infancia y la adolescencia*. Esplugues de Llobregat (Barcelona): Hospital Sant Joan de Déu.
[5] Blackwell, L. S., Trzesniewski, K. H. y Dweck, C. S. (2007). Implicit theories of intelligence predict achievement across an adolescent transition: a longitudinal study and an intervention. *Child Development, 78*(1), 246-63. doi: 10.1111/j.1467-8624.2007.00995.x
[6] Bliss, J. y Ogborn, J. (1979). The analysis of qualitative data. *European Journal of Scientific Education*, *1* (4), 427-440
[7] Caurín, C. (1995). *Estudio de las actitudes ambientales en estudiantes de Enseñanza Secundaria. Tesis de tercer ciclo. Universitat de València.*
[8] Caurín, C. (1999). Análisis, evaluación y modificación de actitudes en Educación *Ambiental. Tesis Doctoral, Universitat de Valencia.*
[9] Caurín, C. (2018). *Propuesta de medidas en los centros educativos para promover la convivencia y resolver de forma pacífica los conflictos. En Lloria, P (Dir).* Convivencia ciudadana: mediación, conciliación y técnicas de prevención y resolución del conflicto ciudadano. Colección Ciencias Policiales, 1, 133-58. Madrid: IUSTEL
[10] Caurín, C., Lanchazo, E. (2014). *Érase una vez un árbol…Influencia de los cuentos en la actitud de respeto por la biodiversidad, 105-122.*Libro del XVI Congreso Nacional de Arboricultura. Universitat Politécnica de València. Universitat de València
[11] Caurín, C., Marco, D., Marco, N. y Penella, M. J. (2009). Formación en convivencia y mediación: una propuesta desde la educación emocional. *Compartim. Revista del CEFIRE. 4*, 1-9*. Servei de Formació del Professorat. Conselleria d'Educació. Generalitat Valenciana. Recuperado de: http://www.edu.gva.es/sfp/revistacompartim/es/guia.html*
[12] Caurín, C. y Martínez Penella, M.J. (2013). Análisis del concepto de biodiversidad en los libros de texto de segundo ciclo de primaria en la Comunidad Valenciana (España)". *Perfiles Educativos*, México, 35, 141, 97-114
[13] Fuhrmann, D., Knoll L., J., y Blakemore, S., J. (2015). Adolescence as a sensitive period of brain development. *Trends in Cognitive Sciences 19*(10), 558-566.
[14] Gardner, M. y Steinberg, L. (2005). Peer influence on risk taking, risk preference, and risky decision making in adolescence and adulthood: an experimental study. *Developmental Psychology 41*, 625-635.
[15] Giedd, J., N. (2015). La plasticidad del cerebro adolescente. *Investigación y Ciencia.* 467.
[16] Giedd, J., N., Raznahan, A., Alexander-Bloch, A., Schmitt E., Gogtay, N. y Rapoport J., L. (2015). Child psychiatry branch of the National Institute of Mental Health longitudinal structural magnetic resonance imaging study of human brain development. *Neuropsychopharmacology 40*(1), 43-49.
[17] Gómez-Climent,M., A. (2018). Uso de la unidad “la función de relación” para introducir la neuroeducación en el aula de 3º de la ESO. Trabajo fin de máster. Universitat de València.



[18] Hernández Carbonell, J. (2001). Evaluación de conceptos procedimientos y actitudes ante las energías alternativas en un Centro de Educación Medioambiental. Tesis de Tercer Ciclo. Universitat de València.
[19] Hernández Carbonell, J. (2005). Educación de Actitudes y valores en un contexto en un contexto no formal. La Problemática de la Energía. Tesis Doctoral. Universitat de València.
[20] Martínez Penella, M. J. (2010). Análisis del concepto de biodiversidad en los libros de texto de segundo ciclo de primaria. Trabajo de fin de máster de Didácticas Específicas. Universitat de València.
[21] Morales, A. J. y Caurín, C. (2014). Espacios de entendimiento: percepción del conflicto y mediación escolar. *Scripta Nova*, *494* (06), 1-20.
[22] Pallarés-Domínguez, Daniel (2015). "Hacia una conceptualización dialógica de la neuroeducación", *Participación Educativa. Revista del Consejo Escolar del Estado.* Vol 4, Nº 7, pp. 133-142. doi: 10.4438/1886-5o97-PE
[23] Sanmartí, N.(1989): Dificultats en la comprensió de la diferenciació entre els conceptes de mescla y compost. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona
[24] Silverman, M., H., Jedd, K. y Luciana, M. (2015). Neural networks involved in adolescent reward processing: an activation likelihood estimation meta-analysis of functional neuroimaging studies. *Neuroimage 122,* 427-439.
[25] Yeager, D. S, Lee, H. Y. y Jamieson, J. P. (2016). How to improve adolescent stress responses: insights from integrating implicit theories of personality and biopsychosocial models. *Psychological Science*, *27*(8), 1078-91.
[26] Zalve, E., y Talavera, M. (2016). ¿Cómo aborda el currículum oficial la competencia emocional en la Educación Primaria y Educación Secundaria? En V. Gavidia, (Coord.). *Comsal Competencias en Salud. Los ocho ámbitos de la Educación para la Salud en la Escuela* (pp. 309-328). Valencia, España: Tirant lo Blanch. Tomado de: https://www.researchgate.net/profile/Marta_Talavera/publication/313853132_Los_ocho_ambitos_de_la_Educacion_para_la_Salud_en_la_escuela/links/58ab371e45851504020367e4/Los-ocho-ambitos-de-la-Educacion-para-la-Salud-en-la-escuela.pdf

USO DE LA UNIDAD "LA FUNCIÓN DE RELACIÓN" PARA INTRODUCIR LA NEUROEDUCACIÓN EN EL AULA DE 3º DE LA ESO

María Ángeles Gómez Climent[1, 2], Samuel Hernández González[2], Carlos Caurin Alonso[1]

1 Depto. Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Facultad de Magisterio. Universitat de València . 2. Facultad de Educación. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Internacional de la Rioja.

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

El adolescente :

- **Asume riesgos y más peligros**
- **Recompensas inmediatas preferibles**
- **Adicciones**
- **Mayor reactividad emocional**
- **Vulnerabilidad a enfermedades mentales**
- **Alta capacidad de aprendizaje**

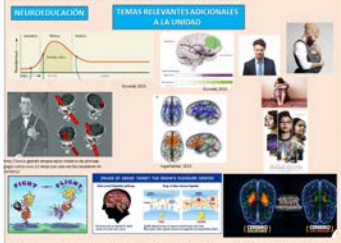


¿Se puede ayudar a la reflexión sobre estas características a los adolescentes dentro de la unidad de "La función de Relación" de la asignatura de Biología y Geología de 3º de la ESO?

MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO

NEUROEDUCACIÓN

TEMAS RELEVANTES ADICIONALES A LA UNIDAD



HIPÓTESIS

H1: Los alumnos que reciban la información proveniente de la unidad de la función de relación del libro junto con los contenidos seleccionados sobre el cerebro y en particular sobre el cerebro adolescente y sus funciones cognitivas, adquirirán los conocimientos relativos a esta unidad con más profundidad y matices, que aquellos que solo reciban la información de la unidad del libro de Biología y Geología de 3º de la ESO.

H2: Los alumnos que reciban la información tanto de la unidad del libro y la seleccionada, junto una actividad sobre drogas y la realización de un juego sobre la neuroanatomía del cerebro y la observación de preparaciones de cerebros de distintas especies de animales en el microscopio óptico, adquirirán los conocimientos relativos a esta unidad de una manera mucho más completa y profunda que el resto de los grupos.

DISEÑO EXPERIMENTAL

- Elaboración de los cuestionarios para:

grupo control (G1) ,

grupo con la intervención parcial (G2)

grupo con la intervención completa (G3)

- Elaboración del contenido extra de la unidad didáctica "La función de relación": G2 y G3
- Elección de la actividad para prevención del consumo de drogas: G3
- Elección de un juego de indagación con un modelo de cerebro 2D: G3
- Uso de preparaciones del cerebro para microscopía óptica: G3
- La investigación se ajusta a un diseño test PRE-POST
- Análisis de redes sistémicas



RESULTADOS RELEVANTES

5.1. ¿Crees que existe alguna diferencia entre el cerebro adulto, el cerebro adolescente joven y el de un niño? 5.2. Enuméralas si piensas que sí existe alguna.

"Se acumula conocimientos en el adulto, forma de pensar diferente" y *"el cerebro cambia al igual que el cuerpo (crece, se forma, madura)"* → *G1, G2* y *G3* PRE Y POST-TEST

G2: "Mayor plasticidad y/o alteración en adolescentes" (19% de los alumnos) y *"Cambia la estructura según la edad (en adolescente hay grandes cambios/hormonas y en el adulto se estabiliza)"* (14% de los alumnos).

G3: "Cambia la estructura según la edad (en adolescente hay grandes cambios y en el adulto se estabiliza)" (19% de los alumnos)

6.1. ¿Crees que existe alguna diferencia entre el cerebro masculino y femenino? 6.2. Enumera alguna diferencia o similitud según lo que pienses.

G1, en general en el pre-test y en el post-test se afirma que no hay diferencias

G2, en el POST-TEST si que aparece la subcategoría *"Diferencia en peso/tamaño y/o diseño"* (38% de los alumnos) y *"Especifica que no afecta"* (29% de los alumnos). Sigue apareciendo *"Las mujeres pueden hacer varias cosas a la vez"* (10% de los alumnos). *"Diferencia en agresividad (más en chicos) y sensibilidad (más en chicas)"* (10% de los alumnos). Faltaría que desarrollasen más la respuesta para entender a qué se refieren con sensibilidad. En general se aporta más variedad de respuestas, algunas de ellas falsas o se explican de manera ambigua.

G3: POST-TEST *"Diferencia en el peso/tamaño"* (19% de los alumnos). *"Especifica que no afecta"* (14% de los alumnos). *"Diferencia en las conexiones entre ambos hemisferios"* (14% de los alumnos). *"Diferencias en algunas funciones"* (14% de los alumnos).

EN EL POST-TEST : G2 y G3 se habla de las diferencias anatómicas de los cerebros según sexos y como esto no afecta (aunque no especifican que no afecta a nivel de inteligencia). Se habla de diferencias en algunas funciones pero haría falta detallar más a qué se refieren y si la sensibilidad que nombran la relacionan con vulnerabilidad a depresión, ya que esta subcategoría no se nombra como tal.

7. ¿Crees que las emociones y el amor surgen de algún órgano?

EN EL POST-TEST : G2 (57% de los alumnos frente al 38%) como el G3 (43% de los alumnos frente a 21% en el pre-test) han mejorado aumentando el número de alumnos en el post-test en la subcategoría *"Del cerebro"*. El grupo G1 curiosamente disminuyó en el número de alumnos en esa subcategoría (29% frente al 38% en el pre-test).

8.1. ¿Piensas que el estrés tiene solamente algún efecto a nivel anímico?
8.2. Enumera los posibles efectos del estrés si piensas que tiene algún efecto

EN EL POST-TEST : G2 y G3 aparece la diferencia entre el estrés agudo o "bueno" y estrés crónico o "malo" y la necesidad del estrés para sobrevivir en situaciones de alerta. (29% de los alumnos en cada grupo). En G1 aparece la subcategoría de diferencia entre estrés agudo y crónico, pero solo hay 1 alumno.

9.1. ¿Piensas que el cerebro cambia? Es decir, ¿se modifica estructuralmente? 9.2. Justifica con tres ejemplos cotidianos si es posible que el cerebro cambie o por el contrario es prácticamente imposible.

G1 tras la intervención aumentá el número de alumnos que opinan que el cerebro no cambia o si lo hace es por algún accidente, enfermedad, por consumo de drogas, estrés, muerte neuronal... (18% de los alumnos).

POST-TEST: G2 (43% de los alumnos) y G3 (38% de los alumnos) aportaron más variedad de ejemplos que tienen que ver con la plasticidad que se genera en el aprendizaje ya sea a la hora de acumular conocimiento o en el control emocional o que cambia con la edad.

10.1. ¿Piensas que las drogas pueden alterar el cerebro?

PRE Y POST-TEST

G1, G2 y G3:" Funciona peor/trastorna/afecta" y *" Destruye neuronas/destruye el cerebro"*

POST-TEST: *G2→ Alucinaciones/Percepción"* (19% de los alumnos). *"Dependencia"* (10% de los alumnos) y *"Efectos secundarios"* (10% de los alumnos).

G3→ "Describe proceso de adicción en relación con adaptación del cerebro/circuito de recompensa" con 19% de los alumnos.

POST-TEST: G3, se refiere más al nivel neurofisiológico del proceso y al circuito de recompensa, no aparece en los demás grupos de la intervención.

10.2. Justifica tu respuesta con tres ejemplos:

G1 → prácticamente responde de manera similar en la categoría de ejemplos de funciones alteradas por las drogas

G2 y G3→ se destaca como en el POST-TEST aparecen ejemplos de alteración en relación con el circuito de recompensa y la dopamina (14% y 10% respectivamente).

10.3. Encuesta sobre riesgo de daño (físico u otro) al consumir drogas (ONU, 2003):

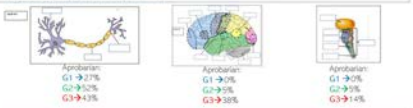
POST-TEST: G1 como G2 han aumentado el promedio de respuestas en la categoría de "mucho riesgo", siendo el G1 el grupo que más aumentó en esta categoría. Mientras que el G3 disminuyó en esa categoría y aumentó el promedio de respuestas en las categorías de "un riesgo moderado" y "un riesgo ligero".

El G1 se quedó con el mismo promedio en la categoría "no sabe", mientras que G2 disminuyó un punto en el promedio y G3 un punto y medio.

11. Nombre de las partes de los modelos dibujados:

G2 y G3 tras la intervención, son los grupos que en general han obtenido más número de alumnos que llegan a la mitad o más respuestas correctas en el modelo de la neurona.

G3 es el grupo que ha obtenido más número de alumnos que llegan a la mitad o más respuestas correctas en el modelo del cerebro y del tronco del encéfalo.



DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Grupos G2 y G3: que recibieron no solo la información de la unidad didáctica del libro sino también, el temario desarrollado sobre el cerebro y las funciones cognitivas, mostraron en general más profundidad y riqueza en las contestaciones. Aumentaron sus conocimientos sobre: la plasticidad cerebral existente en el cerebro y la relacionaron con funciones cognitivas, aprendizaje y edad, también aumentaron sus conocimientos sobre el estrés y el circuito de recompensa y las drogas, por destacar algunos.

El grupo G3 que recibió la intervención más completa (juego de modelización e indagación del cerebro, más la observación de preparaciones del cerebro mediante microscopía óptica), presentó una mejora en la localización de la neuroanatomía del cerebro frente a los otros grupos.

Aun así, se encontraron algunos temas que deben ser tratados en el aula con mayor profundidad ya que son de gran importancia y generan mayor sensibilidad por parte de los alumnos. Así, en el tema del cerebro por sexos, los discentes mejoraron en su conocimiento sobre él, pero no caló la información sobre enfermedades mentales y vulnerabilidad en relación con el sexo, ya que no apareció ninguna subcategoría relacionada. En el tema de las drogas se aumentó en su conocimiento pero, no se aumentó en su prevención en el grupo que recibió la intervención completa G3..



EXPOSITORS

Desaladora solar en tecnologia de la ESO

MªAngeles Sos Rochera, Joaquim Canales Leiva

msosr@iespolitecnic.org, jcanalesl@iespolitecnic.org

IES Politècnic de Castelló

Modalidad: Fira.

Nivel educativo: Secundaria.

Resum

El objetivo principal de este trabajo es concienciar del problema de la escasez de agua como recurso básico para la población, la investigación y búsqueda de soluciones y el diseño y construcción de un proyecto tecnológico para intentar minimizar el problema detectado. La metodología utilizada ha consistido en el método de proyectos, empezando con una lluvia de ideas y posterior busqueda en Internet se ha ido perfilando nuestro proyecto. El diseño se ha realizado con programas informáticos y una vez perfeccionado se han construido las maquetas. Finalmente se ha analizado el buen funcionamiento de nuestras maquetas y la corrección de los posibles puntos a mejorar.

Palabras clave: Desalación, Potabilización, Tecnologia, Proyecto

1. Desarrollo del trabajo

1.2. Introducción

La desalación de agua es un método que consiste en separar la sal del agua, obteniendo así un agua de la calidad necesaria para el uso que se vaya a dar. Este uso será normalmente para consumo humano (agua potable) o para utilización en otras actividades de tipo industrial, agrícola, etc.

1.3 Objetivo

Nuestro proyecto consiste en el diseño y construcción de una desaladora de agua que funciona con energía solar. El objetivo de nuestro proyecto es poder obtener agua potable a partir del agua del mar, nuestro prototipo produce agua desalada y también desinfectada ya que en el agua se eliminan las bacterias nocivas sin necesidad de esterilizarla totalmente, con una temperatura como la que se obtendría con nuestro proyecto ya seria suficienta para desinfectarla y se podría beber.



1.4. Diseño técnico

El diseño de la desaladora que hemos construido es una caja que tiene una tapa que encaja perfectamente en la parte superior de la caja. La tapa tiene dos canales colectores del agua ya desalada que la conducen a dos depósitos laterales. Estos canales están diseñados especialmente con una pendiente suficiente como para que el agua se desplace en uno de ellos hacia la derecha y en el otro hacia la izquierda, de modo que al situar una botella con un pequeño embudo acoplado se recoge el agua desalada.

1.5. Funcionamiento

El funcionamiento de la desaladora tiene lugar poniendo agua salada en un recipiente dentro de la caja, se tapa y se pone al sol para que esta alcance una temperatura suficiente para que comience la evaporación, una vez se empieza a evaporar el agua, esta asciende en forma de vapor y se queda en la tapa, allí se enfría y condensa, bajando por los laterales de la tapa y llegando a los dos canales laterales y a través de ellos es conducida a dos depósitos donde se almacena.

2. Memoria

Los primeros pasos fueron realizar el diseño, la parte inferior fue muy rapida de diseñar, pero lo que más nos costó fue la tapa con el sistema para recolectar el agua ya desalada. Se realizaron y analizaron multitud de posibilidades cada una de ellas se fué descartando por algun motivo que bien dificultaba su construcción o bien se pensó que podia ocasionar problemas de funcionamiento.

En la fotografia se pueden observar diferentes modelos de desaladoras con los que experimentamos en una primera fase del proyecto. De estos primeros prototipos eliminamos los que no funcionaban correctamente y perfeccionamos los que si que eran viables.



Una vez decidido y diseñado el proyecto a construir compramos los materiales y empezó la construcción. Hemos utilizado diferentes materiales y con cada uno de ellos se trabaja de forma diferente.

Construimos los dos canales con plástico, para ello hemos trabajado diferentes técnicas. Lo primero fué marcar, pero no servia un lapiz así que tuvimos que utilizar un rotulador y despues borarlo. Para cortar tampoco servia una sierra, tuvimos que comprar un cutter especial y seguir las explicaciones que se ofrecian en Internet y analizando diferentes videos explicativos. Para hacer un buen corte hay que montar una regla unida a la mesa con sargentos y marcar con el cutter las dos caras del plástico, despues se fija la regla sobre el plastico y una mesa justo por la linea de corte y con varios golpes secos se rompe por la linea marcada. Este proceso nos dió varios problemas ya que a veces se rompia por donde no tocaba y tuvimos que repetir varias de las piezas.

Una vez limadas las tuvimos que pegar y aquí tambien tuvimos problemas, la mayoria de los pegamentos estropean los plasticos, ademas nosotros necesitamos que aguante altas temperaturas. Decidimos preguntar a expertos y aprovechando que en el Politecnic hay muchos ciclos formativos preguntamos a los profesores de mantenimiento y ellos nos aconsejaron provar con tres metodos, uno es con acetona, otro con silicona y otro con una cola de dos componentes muy resistente. Probamos la acetona y no aguantaba, se despegaba muy facilmente. Así que probamos con la cola y decidimos reforzarlo con los perfiles de aluminio pegados con una silicona especial que aguanta altas temperaturas. Con este método si que tuvimos éxito y se pegó perfectamente.

Otra fase muy complicada ha sido el doblado del plastico para construir los dos canales recolectores del agua desalada. Para ello utilizamos una plegadora de plastico que es una madera que tiene una hendidura con un hilo caliente, este hilo calienta el plastico y así se puede doblar, con el medidor de angulos se dobla con el angulo deseado. Aquí tambien tuvimos muchos problemas ya que para doblar bien y que quede perfecto la temperatura que alcanza el plastico debe ser la adecuada, ya que si esta un poquito mas frio de lo debido de rompe y si esta un poquito mas caliente se deforma, así que tambien tuvimos que repetir algunas piezas y hemos de confesar que todavia no hemos llegado a dominar la tecnica a la perfección.

La parte de la caja ha sido mucho más fácil, ya que al ser de madera no hemos tenido ningun problema. Una vez marcadas, cortadas y lijadas cada una de las piezas que componen la caja desaladora, se ha pintado de color negro cada pieza y después se han unido.

3. Experimentación con la desaladora

Se realizaron calculos del volumen de agua que se pondría en la caja. Como las medidas de la base son 51 cm y 28 cm, si ponemos agua hasta que la altura llegue a dos centimetros. Y sabiendo que el volumen de un prisma se calcula multiplicando el valor del area de la base por la altura, tenemos:

51 cm X 28 cm X 2 cm = 2856 cm3 = 2,856 litros



En los meses de más frío no funcionaban las desaladoras, con las temperaturas de los meses de Diciembre, Enero, Febrero y Marzo el agua se calentaba pero no lo suficiente para llegar a evaporarse. Se han necesitado unas temperaturas primaverales para poder empezar a verlas actuar, pero todavía no funcionan correctamente ya que necesitan una mayor temperatura.

4. Resultados

El resultado que obtuvimos en el mes de Septiembre fue que en 6 horas de exposición al sol obtuvimos 200ml de agua desalada, teniendo en cuenta que se recomienda beber dos litros de agua al día es una cantidad insuficiente. Para conseguir 2000ml tardaríamos 10 días.



METODOLOGÍA ARCO IRIS. La práctica del currículum matemático en Educación Infantil

Mª Consuelo Vicent Catalá
xelo_vicent@cipfplacostera.com
CIPFP La Costera

Modalitat: Fira.
Nivell educatiu: Educació Infantil.

Resum

Metodología Arco Iris es un libro que ofrece al profesorado la práctica en el aula de una metodología ecléctica, que incluye la narración, el juego y la manipulación, para consolidar la competencia matemática en Educación Infantil de forma lúdica, motivadora y contextualizada. Se concreta qué aspectos trabajar, así como muchas actividades en las que se da el apoyo requerido para la construcción de conexiones entre la matemática informal y la matemática formal, previniendo la posibilidad de dificultades de aprendizaje posteriores. Se respeta el desarrollo madurativo del alumnado, dándole las herramientas oportunas para explorar, experimentar, descubrir, divertirse y, en definitiva, desarrollar la comprensión matemática. En esta etapa, se considera básico estimular el desarrollo dada la mayor plasticidad del alumnado. Finalmente, esta propuesta cuenta con el respaldo de la investigación, dado que parte de una tesis doctoral que recibió un reconocimiento en el concurso de Premios Nacionales de Investigación e Innovación Educativa.

Palabras clave: matemáticas infantil práctica aula.

1. Introducción

El libro *Metodología Arco Iris* (Vicent, 2018) ofrece una metodología respetando el desarrollo madurativo del alumnado, considerando el período de Educación Infantil (en adelante E.I.) como una etapa básica para estimular el desarrollo en general, por lo tanto, también para estimular el desarrollo matemático. Se trata de una metodología ecléctica porque es una metodología multicomponencial que recoge las ventajas que nos aportan diferentes metodologías, siendo de carácter lúdico-narrativa para consolidar los contenidos y competencias matemáticas en E.I.

Si a los niños y niñas pequeños les gusta las matemáticas informales, ¿por qué suele haber tanto fracaso escolar en matemáticas? La principal razón puede



ser que no se haya ofrecido el apoyo requerido en la construcción de conexiones entre las matemáticas informales y las matemáticas formales.



Imagen 1. Exposición de la metodología Arco Iris en el II congreso internacional CTEM

La idea partió de un trabajo de investigación previo pensado para un grupo reducido de alumnado que presentaba algunas dificultades en la adquisición de conceptos básicos. El resultado fue tan positivo, que se mejoró elaborando esta propuesta para todo el alumnado siguiendo esa misma línea con la intención de cubrir todo el currículum oficial, al mismo tiempo pretendiendo prevenir posibles dificultades de aprendizaje ulteriores. Su eficacia ha sido comprobada comparándola con otras metodologías (Gil y Vicent, 2009). Además, este trabajo parte de una tesis doctoral (Vicent, 2007) que recibió un reconocimiento por parte del Centro de Investigación y Documentación Educativa (CIDE) en el concurso de *Premios Nacionales de Investigación e Innovación Educativa 2007 (*BOE *núm. 284).*

En esta propuesta, la etapa de E.I. es considerada como un pilar fundamental sobre el cual se apoyarán las siguientes etapas. De hecho, su importancia queda justificada por numerosos aspectos entre los que cabe destacar:

- En esta etapa se puede prevenir dificultades de aprendizaje posteriores.

- Es una etapa donde los niños y niñas se están desarrollando emocionalmente, están iniciando la formación de su personalidad.
- Es una etapa donde el alumnado está desarrollando su inteligencia presentando en esta etapa mayor plasticidad que en otras.
- Finalmente, cabe remarcar que en esta etapa el entorno próximo (la familia y la escuela) influyen enormemente.

También se concreta el qué trabajar, es decir, los contenidos que debe abarcar esta etapa. Hace falta un marco de referencia claro y concreto. Para trabajar el currículum de E.I. se necesita en primer lugar, determinar cuáles son dichos contenidos. Siguiendo las enseñanzas mínimas fijadas en la normativa, los centros docentes desarrollarán y completarán, en su caso, el currículum de las diferentes etapas. Por ello, el libro **concreta los contenidos matemáticos a tratar en los distintos niveles de E.I (3, 4 y 5 años).**

Se aborda el cómo trabajar, el maestro o maestra debe facilitar el acercamiento de los contenidos a su alumnado utilizando un tipo de metodología u otra. Por ello, antes de elaborar la metodología Arco Iris, se han utilizado y analizado diferentes metodologías (centros de interés, proyectos de trabajo, etnomatemáticas, bits y aprendizaje cooperativo). Partiendo de las ventajas que nos aportan cada una de estas metodologías, se ha elaborado una metodología ecléctica para que el alumnado adquiera conceptos y destrezas básicas, elaborando un plan de actuación para consolidar la competencia matemática de E.I. mediante **una metodología multicomponencial**. Este tipo de metodología consiste en el juego del Arco Iris. Por lo tanto, podemos considerar que utiliza la técnica de la gamificación dado que se basa en aplicar mecanismos de juego, retos… en los procesos de aprendizaje, pretendiendo desarrollar al máximo las potencialidades del alumnado sin temor a fracaso.





Imagen 2. Diseño del panel Arco Iris.

2. Metodología Arco Iris

El juego del Arco Iris (panel que podemos ver en la foto anterior), es un juego de recorrido grupal, donde el alumnado a lo largo de cada sesión avanza una casilla. Para la aplicación de esta metodología seguimos unas mismas pautas en el desarrollo de cada sesión.

2.1. Objetivo

Nos planteamos un objetivo clave en cada sesión sobre el que vamos a incidir. Al desarrollar actividades globalizadas, analizamos una serie de objetivos asociados que también conseguimos en el desarrollo de la sesión. Por ejemplo, en una casilla nos plantemos el objetivo 2.7 (subrayado en gris en el cuadro de abajo), pero al mismo tiempo, se desarrollan otros objetivos.

2.7. ORDENAR DE FORMA CRECIENTE Y DECRECIENTE OBJETOS ATENDIENDO AL GRADO DE POSESIÓN DE UNA DETERMINADA CUALIDAD (TAMAÑO)
4.3. CONOCER Y UTILIZAR LA SERIE NUMÉRICA ASCENDENTE Y DESCENDENTE
2.9. CONOCER Y UTILIZAR EL PRIMERO Y ULTIMO DE LA SERIE

Imagen 3. Ejemplo de los objetivos desarrollados para la casilla de una sesión.

2.2. Motivación inicial

En el panel del Arco Iris aparecen diferentes casillas en las que siempre surge la secuencia de los dibujos de nuestros elementos dinamizadores: enano sabio,

payaso juguetón, abuela cuentacuentos, payaso juguetón, enano sabio... Se dedican uno o dos minutos a hacer reflexionar al alumnado:

El enano sabio, presenta y plantea contenidos matemáticos a través de la motivación de retos: - *El enano sabio nos va a explicar una cosa muy importante (sabías que… serías capaz de...). ¿Cómo debemos estar?... después haremos algunas actividades o juegos divertidos…*

El payaso juguetón presenta las actividades a través de juegos: - *El payaso juguetón nos va a ofrecer juegos, pero para ello, debemos estar atentos, observar en qué consisten…*

La abuela cuentacuentos parte de una narración: - *La abuela nos va a contar un cuento: - ¿Cómo debemos estar todos? – atentos... Muy bien pues vamos a escuchar, porque luego nos va a preguntar y haremos actividades o juegos divertidos que nos va a proponer .*



Imagen 4. La abuela cuentacuentos en una narración

2.3. Actividades lúdico-manipulativas

En las actividades partimos del propio cuerpo, de demostraciones y/o manipulaciones y de participaciones en grupo (fomentando el aprendizaje cooperativo) antes de llegar a un trabajo individualizado. Así pues, igual partimos de una canción popular que en ocasiones hacemos adaptaciones (p.e. casilla 1 ó 9 del primer trimestre) que de juegos diseñados ad hoc, por ejemplo, para trabajar los cuantificadores hacemos un juego en el que dividimos al alumnado en grupos y se ha de cambiar complementos de

disfraces en un tiempo determinado… (casilla 2 del primer trimestre, etc.). Otras veces, utilizamos juegos estandarizados en los que también podemos hacer adaptaciones, por ejemplo, el juego de la oca (casilla 20 del primer trimestre).

2.4. Autoinstrucciones

Previamente a la realización de la ficha se dedica en cada sesión 3 ó 4 minutos a recordar una serie de autoinstrucciones: *"No tengo prisa, voy a…".*

Cada personaje incide más en unas u otras, aunque siempre se insiste en el manejo de la impulsividad. La abuela introduce un hombre pensando, el enano introduce la señal de stop y el payaso una lupa. Estos símbolos aparecen en una esquina de las ficha. Un ejemplo:

El payaso juguetón ha dibujado una lupa para que nos acordemos de las autoinstrucciones: ¿Cuáles son?



- No tengo prisa

- Voy a observar antes de hacer la ficha

-¿Qué debo hacer?

2.5. Ficha de trabajo-evaluación

La sesión siempre termina con una ficha como punto final que, al mismo tiempo, nos sirve de valoración para saber el grado de asimilación de los objetivos. Estas fichas las hemos elaborado ad hoc, relacionándolas con las actividades previas. Caber resaltar, que la mayor parte de la sesión se dedica principalmente a tratar los contenidos de forma lúdica, y la ficha de trabajo trata de plasmar de forma simbólica lo que se ha experimentado de forma concreta, es decir, se trata de hacer de puente entre las matemáticas concretas y las matemáticas abstractas.

2.6. Duración de cada sesión

La duración de cada sesión suele ser de 45 a 55 minutos, aplicando como mínimo tres sesiones semanales para trabajar de forma sistemática las matemáticas



2.7. Utilizamos materiales diversos

En este tipo de metodología utilizamos diversos tipos de materiales, tanto estandarizados, es decir, preparados expresamente para trabajar las matemáticas, como muchos materiales de otros usos que los aprovechamos de las ocasiones que nos brinda la vida cotidiana, así como los juegos de construcciones, simbólicos, etc. que disponemos en la clase. También algunos realizados ad hoc.



Imagen 5. Ejemplificaciones de algunos materiales utilizados

2.8. Características de la metodología

El libro ofrece el desarrollo práctico del currículum matemático en E.I. por trimestres escolares. Por ello, se presentan desarrolladas todas las actividades prácticas a realizar. **No se trata de una propuesta cerrada, sino que se pueden realizar las adaptaciones** pertinentes en función de los materiales y recursos con que se cuente en el aula. Esta metodología está diseñada de manera que se pueden incluir materiales nuevos, adaptar las actividades en función de las características del grupo, etc.

Desarrollamos una metodología lúdica, tanto manipulativa como representativa, que incluye narraciones, juegos y canciones, donde el alumnado aprende de forma contextualizada. El aprendizaje de los niños y niñas conlleva unos pasos, superar unas dificultades, debe tener estímulos y debe respetar un tiempo de dedicación para que no lleguen a fatigarse.

En primer lugar, utilizamos su propio cuerpo o actividades psicomotrices previas lo que potenciará la actividad mental del alumnado, de manera que puede ir construyendo su propio conocimiento matemático, y adquiriendo las habilidades necesarias al mismo tiempo. Por otra parte, la verbalización posibilita la interiorización de nociones conceptuales. Después las actividades con materiales, la acción sobre los objetos hará de trampolín para ayudar a los niños y niñas a observar.

Cada vez que trabajamos o profundizamos los contenidos hay un primer momento de elaboración colectiva, de juego cooperativo, a través de la propuesta del maestro o maestra y posteriormente se realizan actividades en pequeño grupo o individuales. En último término, llegamos a las fichas de trabajo, pero nunca son el punto de partida. **Las vivencias que el alumnado experimenta, las aportaciones de los propios niños y niñas, las discusiones, el intercambio de ideas, la manipulación, la observación, los desplazamientos, etc. (que difícilmente se podrían plasmar en un libro de fichas) no se pueden conseguir en un cuaderno de fichas.**



2.9. Rutinas y situaciones contextualizadas de aprendizaje

La metodología Arco Iris abarca el currículum matemático de forma sistemática con el juego del Arco Iris (que constituye una unidad didáctica que se realiza a lo largo de todo el curso donde se utiliza la técnica de la gamificación).

Además de la aplicación de esta metodología, el desarrollo del currículum se enriquece con una serie de rutinas y de aprendizajes contextualizados en determinadas situaciones escolares: utilización de las TIC, en ocasiones de forma colectiva y en otras de forma individual en el rincón del ordenador usando juegos matemáticos digitales; en el aula de psicomotricidad, también experimentan con su propio cuerpo nociones matemáticas, en el calendario, en el registro de la temperatura, en los rincones, en las rutinas al comenzar la jornada…

2.10. Tratamos de prevenir la ansiedad y fomentar el pensamiento positivo

La prevención de la ansiedad hacia las matemáticas se lleva a cabo mediante:

- La repetición de autoinstrucciones (a partir de los elementos asociados a cada ficha, tal y como hemos citado más arriba).
- La verbalización del refuerzo positivo (de tipo social) en cada sesión de trabajo, ayudando al alumnado a realizar atribuciones apropiadas, es decir, a su esfuerzo, a sus puntos fuertes, etc.
- La secuenciación de las actividades, de forma que el alumnado con un ritmo más pausado pueda lograr los mismos objetivos, la motivación a través de juego, etc.

Se consigue de esta manera potenciar la autonomía de trabajo lo que provoca emociones positivas, sentimientos de logro fomentando el desarrollo de la autoestima. De hecho, las investigaciones clarifican que las emociones y las reacciones afectivas son importantes en los procesos cognitivos, en el éxito y fracaso de las matemáticas.

3. Conclusiones

La concepción de la enseñanza de las matemáticas en alumnado de E.I. ha ido cambiando a lo largo del tiempo. Cuando ofrecemos las herramientas



oportunas para explorar, vivenciar, descubrir, etc. los niños y niñas pequeños son capaces de desarrollar su comprensión matemática.

En todas las edades se construye un conocimiento matemático, pero en E.I. por ser una etapa en la que el alumnado presenta mayor plasticidad que en otras, cabe resaltar la importancia de la estimulación del desarrollo en general, así como de la estimulación del desarrollo matemático. Además, a edades tempranas generalmente se está motivado por el aprendizaje de muchos aspectos matemáticos.

Se ha comprobado la eficacia de esta metodología de forma que los niños y niñas pequeños han aprendido mucho al mismo tiempo que se han divertido.

4. Referencias bibliográfica

[1] Gil, M.D y Vicent M.C. (2019). Análisis comparativo de la eficacia de un programa lúdico-narrativo para la enseñanza de las matemáticas en Educación Infantil. Psicothema, Vol 21 (5), 70-75.

[2] Vicent, M.C. (2007). *Evaluación criterial de la competencia matemática en Educación Infantil y eficacia diferencial de un programa de intervención*. Tesis de Licenciatura. Valencia: Universitat de València.

[3] Vicent, M.C. (2018). *Metodología Arco Iris. La práctica del currículum matemático en Educación Infantil. Editorial Academia Española*



Quince años de actividades para secundaria en la ETSE-UV

Paula Marzal, Inmaculada Coma, Ana M. Dejoz, Rafael García-Gil, Francisco Grimaldo, Julio Martos, José Torres

paula.marzal@uv.es, inmaculada.coma@uv.es, ana.m.dejoz@uv.es, rafael.garcia-gil@uv.es, francisco.grimaldo@uv.es, julio.martos@uv.es, jose.torres@uv.es

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria, Universitat de València

Modalitat: Fira.

Nivell educatiu: Internivell.

Resum

Se presenta el programa de colaboración con la Enseñanza Secundaria que la Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de la Universitat de València viene realizando en los últimos 15 años. Inicialmente centrado en el fomento de la motivación del estudiantado hacia la tecnología y la ingeniería, el programa ha ido evolucionando para incorporar nuevas temáticas y actividades, y más recientemente jornadas de formación del profesorado y la participación en la docencia reglada de Ciclos Formativos.

Paraules clau: Motivación, Secundaria, Incorporación a la Universidad, Talleres de tecnología, Formación del profesorado.

1. Introducción

La Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de la Universitat de València (ETSE-UV) desarrolla un proyecto de Colaboración con la Enseñanza Secundaria. [1] Se trata de un trabajo coordinado con el profesorado de secundaria que persigue aunar esfuerzos para la calidad docente en las áreas tecnológicas. Potenciando el enfoque integrado CTEM, uno de nuestros objetivos principales es enfatizar la relevancia y el impacto de áreas tecnológicas consolidadas como la Informática, la Electrónica, las Telecomunicaciones o la Tecnología Química, y de otras novedosas que están irrumpiendo con gran fuerza en nuestra sociedad, como la Ingeniería Multimedia y la Ciencia de Datos. Pretendemos con ello fomentar el interés por el estudio y desarrollo profesional en estas áreas, y reivindicar el papel de la ciencia, la tecnología y la ingeniería como instrumentos para el progreso de la sociedad. Para este propósito, desde



hace 15 años la ETSE-UV organiza diversas actividades orientadas a los perfiles de estudiantado y profesorado de secundaria, y también actividades divulgativas dirigidas al público en general. [2,3] En estos años, el programa ha ido evolucionando tanto en el tipo de actividades como en sus contenidos, adaptándose a las nuevas necesidades e intereses e incorporando aspectos de vanguardia de acuerdo con el progreso de nuestras disciplinas. [4]

Con el fin de dar a conocer las actividades realizadas, la ETSE-UV participó en el II Congrés Internacional CTEM: "STEM per a la ciutadania" con un expositor (Figura 1).

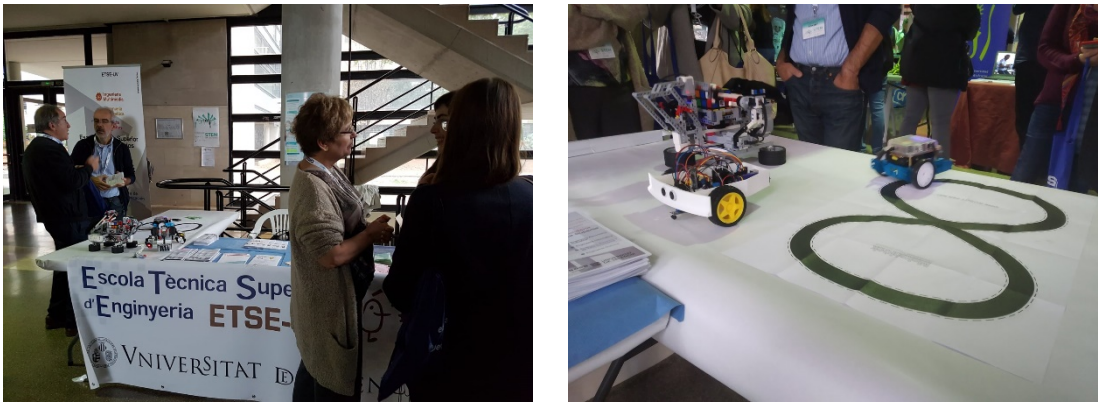


Figura 1. Expositor de la ETSE-UV en el II Congrés Internacional CTEM: "STEM per a la ciutadania".

Se describen a continuación las actividades presentadas, agrupadas en los ítems que componen el programa:

- Visitas del Programa Conèixer.
- Concurso de diseño de páginas web Conweb.
- Talleres de Secundaria, Aprèn-Emprèn y Ciència Ara.
- Formación del profesorado.
- Jornadas de divulgación científico-tecnológica y formativa.
- Docencia en Ciclos Formativos.

2. Visitas del Programa Conèixer

El programa *Conèixer de la Universitat* tiene por objetivo mostrar a los futuros universitarios la oferta formativa y de servicios de la Universitat de València. Esta iniciativa está coordinada por el Servicio de Información i Dinamización-

SeDI con la participación de todos los centros y servicios de la Universidad. En el caso particular de la ETSE-UV, anualmente organizamos visitas a la Escuela para estudiantes de Bachillerato y de Ciclos Formativos. La actividad se inicia con una charla informativa sobre los estudios de Grado de la Escuela:

- Grado en Ciencia de Datos
- Grado en Ingeniería Electrónica de Telecomunicación
- Grado en Ingeniería Electrónica Industrial
- Grado en Ingeniería Informática
- Grado en Ingeniería Multimedia
- Grado en Ingeniería Química
- Grado en Ingeniería Telemática

En esta charla se presenta cada una de las titulaciones con especial atención a sus objetivos formativos y salidas profesionales. Seguidamente, los asistentes, en grupos de 20-25 personas, realizan un recorrido guiado por los laboratorios de la Escuela pudiendo disfrutar de demostraciones prácticas de todas las titulaciones. En la Figura 2 se muestra la temática de las demostraciones a las que tienen acceso todo el público asistente.



Figura 2. Visitas guiadas del programa Conèixer en la ETSE-UV.

El programa se inició en 2007 y goza de una gran aceptación como muestra el número de inscritos en los últimos años (Tabla 1).

2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019
1225	1500	1325	1325	1650	1698

Tabla 1. Número de estudiantes inscritos al Programa Conèixer en la ETSE-UV.

3. Concurso de diseño de páginas web Conweb

El concurso Conweb fue la primera actividad organizada por la ETSE-UV con el objetivo de implicar al alumnado de educación secundaria en un proyecto colaborativo basado en metodologías "aprender haciendo". Con la colaboración de la Asociación de Profesores de Informática de la Comunidad Valenciana se realizaron 8 ediciones del concurso (2007-2014). La propuesta consistía en la creación y diseño de un portal web o un gestor de contenidos – Joomla para dar soporte electrónico a actividades de interés para los miembros de la comunidad educativa de un centro de enseñanza secundaria. Tras la presentación del material y de un video explicativo, los equipos participantes pudieron exponer su trabajo ante un jurado, así como al público asistente a la jornada, para la valoración y entrega de premios. En la última edición se detectó una disminución del interés por esta actividad en favor de los Talleres de Secundaria por lo que se decidió redirigir los recursos a esta actividad.

4. Talleres de Secundaria, Aprèn-Emprèn y Ciència Ara

Anualmente organizamos talleres experimentales en laboratorios de docencia universitaria, con contenidos adaptados al currículo de secundaria y a los intereses y nivel de los alumnos en esa franja de edad. El objetivo es múltiple:

a) unir esfuerzos para la calidad docente en los campos de la informática, la tecnología y las ciencias básicas (matemáticas, física y química),
b) dar a conocer las opciones de formación y las salidas profesionales en los campos de la informática y la multimedia, la electrónica industrial y las telecomunicaciones, la tecnología química y los procesos industriales, y la ciencia de datos,



c) motivar los estudiantes hacia el trabajo experimental, la ingeniería y la ciencia de datos, realizando una actividad práctica en estos ámbitos.

Los Talleres de Secundaria (2009 -) acogen a más de 1200 estudiantes de 4º ESO y Bachillerato. Cada grupo de estudiantes, acompañado por docentes de su centro de procedencia, dedican una mañana a realizar alguna de las 13 actividades propuestas (Figura 3). Se trata de la actividad a la que la ETSE-UV dedica mayores recursos, tanto en profesorado de la propia Escuela como en dotación de laboratorios, y cuyo principal retorno es la satisfacción de colaborar en la formación del estudiantado y en su aproximación a la universidad.

2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019
2065	1625	1961	3079	3337	4050

Tabla 2. Número de estudiantes inscritos a los Talleres de Secundaria en la ETSE-UV.

Los Talleres Aprén-Emprén organizados por el Servei d'Informació i Dinamització de la Universitat de València (SeDi) se dirigen a estudiantes de Ciclos Formativos de Grado Superior. En los cuatro últimos cursos se han realizado talleres de:

- Retoque y edición de imágenes por ordenador.
- Desarrollo de videojuegos.
- Programación avanzada de robots Lego Mindstorms.
- Realidad aumentada.

La actividad Ciència-Ara es un Programa organizado por la Delegación para la Incorporación a la Universidad de la Universitat de València que propone actividades científicas orientadas al enriquecimiento curricular y desarrollo de altas capacidades de los estudiantes. En la ETSE-UV el programa se concreta en las actividades mostradas en la Figura 4.





Figura 3. Actividades de los Talleres de Secundaria.

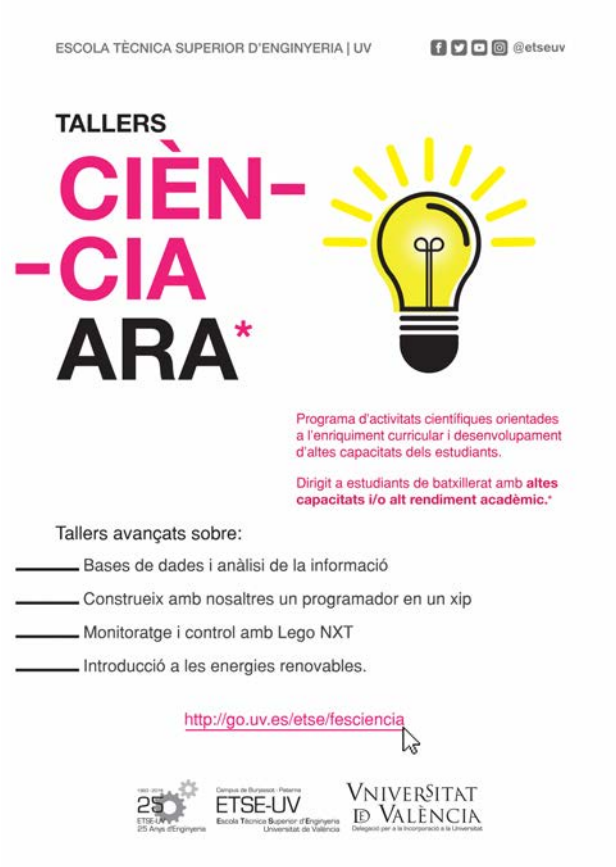


Figura 4. Actividades Ciència-Ara en la ETSE-UV

5. Formación del profesorado

Profesorado de la ETSE-UV imparte la Especialidad en Tecnología y Procesos Industriales del Máster Universitario en Profesor/a de Educación Secundaria, concretamente en las materias:

- Complementos para la formación disciplinar de las especialidades de tecnología y procesos industriales.
- Aprendizaje y enseñanza de las materias correspondientes a las especialidades de tecnología y procesos industriales.
- Practicum de las especialidades de tecnología y procesos industriales.
- Trabajo fin de máster: especialidades de tecnología y procesos industriales.

Organizamos el II Congreso de Educación Tecnológica CEDUTEC (2012) en la ETSE-UV junto a la Associació del Professorat de Tecnologia de la Comunitat (APTCV).

Organizamos cursos y jornadas en colaboración con CEFIRE dirigidas al profesorado de educación secundaria:

- ECITY: Gamificación como herramienta de aprendizaje (2015). Programa financiado por la Unión Europea en el que se explora la utilización de juegos on- line como herramienta de aprendizaje.
- Jornada sobre Ciencia de Datos “El dato que hay en ti” (2018). Programa de conferencias orientado a dar a conocer el campo de la Ciencia de Datos y sus múltiples aplicaciones en el mundo actual y a favorecer la orientación del alumnado hacia la oferta formativa en este ámbito.

Colaboramos en el Pla de Formació adreçat al Professorat No Universitari del Servei de Formació Permanent i Innovació Educativa de la Universitat de València. Los cursos realizados son:

- La Maleta del ProfeTIC: El kit de recursos digitales para el aula.
- Diseño de apps en Android para interactuar con Arduino.
- Plataformas de robótica educativa: Introducción.
- Robótica Educativa como herramienta pedagógica.

6. Jornadas de divulgación científico-tecnológica y formativa

Desde la ETSE-UV fomentamos la divulgación científica a través de la participación en eventos como:

Expociencia (2012 -). Jornada de puertas abiertas organizada por el Parc Científic de la Universitat de València, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, CSIC y la ETSE-UV. Se realizan actividades de divulgación de la ciencia y la tecnología por parte de científicos y emprendedores dirigidas a todos los públicos y en especial para público infantil y juvenil (Figura 5).



Figura 5. Logo de Expociència 2019.

Expojove – Feria de la Infancia y la Juventud (2015). Patrocinada por el Ayuntamiento de Valencia, organizamos, junto a IEEE-Student Branch-UV, talleres de robótica (Figura 6a), fotografía 3D (Figura 6b), y audio 3D, con asistencia de más de 2000 participantes.



Figura 6. Actividades de la ETSE-UV en Expojove 2015.

Primavera Educativa (2016). Organizada por la Generalitat Valenciana para visibilizar proyectos educativos innovadores, participamos con un taller de robótica educativa (Figura 7).



Figura 7. Actividades de la ETSE-UV en la Primavera Educativa 2016.

7. Docencia Ciclos Formativos (2018 -)

Desde el curso 2018-2019 la ETSE-UV colabora, junto a la Universidad Politécnica de Valencia, en la docencia práctica de los nuevos CF Técnico en "Planta Química" del IES Manuel Sanchis Guarner y Técnico Superior en "Química Industrial" del CIPFP Vicente Blasco Ibañez. Los y las estudiantes de los Ciclos Formativos acuden, acompañados por profesorado de su centro, a

los laboratorios docentes del Departamento de Ingeniería Química. Profesorado de dicho departamento imparte las sesiones prácticas de las asignaturas que se relacionan en la Tabla 3.

CF Técnico en "Planta Química"			**Técnico Superior en "Química Industrial"**		
Curso	Módulo	Horas	Curso	Módulo	Horas
1º	Operaciones de reacción en planta química	60	1º	Reactores químicos	64
1º	Transporte de materiales en la industria química	40	1º	Transporte de sólidos y fluidos	64
2º	Control de procesos químicos industriales	40	2º	Generación y recuperación de energía	70
2º	Operaciones de generación y transferencia de energía en proceso químico	60			

Tabla 3. Programa de prácticas de Ciclos Formativos desarrollado en la ETSE-UV.

8. Conclusiones

Tras 15 años de actividades para la enseñanza secundaria se constata que el programa se encuentra consolidado, realizándose continuamente adaptaciones para incorporar nuevas temáticas, contenidos y actividades. El programa incluye tanto acciones dirigidas al estudiantado como al profesorado y al público general. Las actividades presentan muy buena acogida y contribuyen a la motivación del estudiantado y a la difusión del papel de la ciencia y la ingeniería en el progreso socio-económico.

Referencias

[1] http://www.uv.es/etse

[2] Cerverón V., Marzal P., Pérez C., Torres J. y Martín J.D. (2014) Motivating high school students toward technology and engineering. The ETSE-UV experience. International J. of Arts and Sciences' (IJAS) Conference – Boston 2014.

[3] Martínez, A., Marzal, P., Pérez, C., Torres, J. y Vercher, E. (2014) Motivar al alumnado de Secundaria. La experiencia de la ETSE-UV. II Congreso de Innovación Docente en Ingeniería Química – Burjassot, Valencia 2014.

[4] Marzal, P, Dejoz, A., Ejea, J.B., Grimaldo, F. y Torres, J. (2016) Fomentant la vocació dels estudiants de secundària cap a la tecnologia i l'enginyeria. L'experiència de la ETSE-UV. I Congrés CTEM de la Comunitat Valenciana: cap a l'alfabetització científica, tecnològica i matemàtica en el Segle XXI - València 2016.



ÍNDEX ALFABÈTIC D'AUTORS I AUTORES

Abellán Agustín, Raúl 309
Abril Moncho, Mª Carmen 309
Alabau- Gonzalvo, Javier 411
Alba García, Concha 267
Álvarez Herreros, Juan Francisco 251
Andrés González, Silvia 201
Aparicio Aparicio, José Luis 309
Ases Ramón, Elena Mª 309
Badenes March, Jose Antonio 333
Barber Alvado, Josefa María 309
Belenguer, Elena.....365
Bonet Juan, Lluís 123
Botella, Carmen 397
Campos-Jurado, Yolanda 241
Campos, Laia 309
Canales Leiva, Joaquim 361, 473, 477, 525
Carbonell Rodríguez, Dolors 309
Carretero Candel, Aranzazu 309
Caurín Alonso, Carlos 509
Cerro Lloria, Sara 333
Chordi García, María de la O 365
Coma, Inmaculada 541
Cubes Catalá, Elena 201
Damas Susí, Pilar 309
Dejoz, Ana M. 541
Diago, Pascual D. 85
Domènech-Casal, Jordi 11, 193
Domingo Corral, Raquel 171
Esparza Garcia, Míriam 251
Femenía, Juan Carlos 267
García Ferrer, Isabel 483
García Monera, María.....153
García-Costa, Daniel 241
García-Gil, Rafael 541
Gómez Climent, María Ángeles 509
Gómez Ibáñez, Natividad 309
Grimaldo, Francisco 241, 541
Hernández González, Samuel 509
Hernández Ubert, Mª Asunción 309



Hernández Ubert, Mª Dolores 309
Hernández, Isabel de Gracia 309
Herreras Belled, Mª Victoria 277
Hipólito, Lucía 241
Ibáñez Gil de Ramales, David 25
Iranzo García, Vicente 99
Jaime Pastor, Adela 201
Lemus, Josep Miquel 309
LLusar Vicent, Mario 333
López Vila, Josefa.....171
López-Iñesta, Emilia 241, 397, 411
Lorente Llinares, Dolores 309
Magraner Peris, Vicent 309
Manzano Sosa, Pino 305
Marín Suelves, Diana 365
Martín Cubas, Joaquín 59
Martos, Julio 541
Marzal, Paula 397, 541
Mayoral García-Berlanga, Olga.....447
Menoyo Díaz, María del Pilar 131, 341
Monrós Tomás, Guillermo 333
Monzó Garrido, Sandra.....447
Muñoz Ortí, Ana 305
Navarro Llopis, Asunción 455
Navarro Sanz, Diego 377
Nicolás Castellano, Caronina.....251
Orquín Serrano, Ismael 411
Ortega-Torres, Enric.....467
Ortiz Bonanad, Mónica 99
Parrondo Rueda, Raquel 411
Peiró Sanz, Óscar 309
Pérez Poquet, Juan Antonio 267
Pintos Taroncher, José Ramón 41, 503
Ramírez Viñoles, Julio José 201
Romanillos Cervera, Cristina 201
Roqueta Buj, María Luisa 317
Rosa Cintas, Sergio 251
Rueda, Silvia 397
Ruiz Ruiz, Juan José 41, 503
Savall Alemany, Francisco.....251
Sellens Pérez, Àngela 309



Soler Carceller, Rosa Ana 277
Soria Pérez, Ana Belén.....201
Sos Rochera, M.ª Angeles 361, 473, 477, 525
Torres Barchino, Enric 217
Torres, José 541
Tudela Lara, Enric 309
Val Castillo, Otilia 425
Vicent Catalá, Mª Consuelo 531



Des de l'àmbit CTEM de la xarxa CEFIRE de la Conselleria d'Educació de la Generalitat Valenciana es pretenia fer d'aquest II Congrés CTEM (Ciència, Tecnologia i Matemàtiques) un espai de trobada del professorat amb l'objetiu de promoure una ciutadania crítica i responsable davant dels reptes científic-tecnològics i ambientals del segle XXI.

ORGANITZA:

COL·LABORA:

9 788448 264697