

Cordiales y entrañables. Así son hoy las relaciones entre las grandes lenguas iberoamericanas, y así deben ser también las relaciones de los ciudadanos con la ciencia y las tecnologías. Sin embargo, los contenidos tradicionales de las asignaturas escolares no ayudan a que deje de parecer un tanto extraña y minoritaria esa parte tan importante de la cultura que es hoy la cultura científica. ¿Qué papel juegan las matemáticas en la aspereza con que muchos jóvenes perciben la ciencia escolar? ¿Cómo afectan las especialidades docentes y la formación del profesorado a la mistificación de la cultura científica en las aulas? ¿Hay otras formas de promoverla? ¿Tenemos experiencias valiosas que puedan servir de modelo? Estas preguntas tienen respuestas afines en español y en portugués. Por eso tiene tanto significado usar las dos lenguas para afrontar el desafío educativo de una ciencia más cordial.

Ciencia cordial

UN DESAFÍO EDUCATIVO

Mariano Martín Gordillo
e Isabel P. Martins (coords.)

grupo
cts



Mariano Martín Gordillo e
Isabel P. Martins (coords.)

Ciencia cordial

UN DESAFÍO EDUCATIVO



SERIE ENSAYOS CIENCIA Y SOCIEDAD

ESTE TRABAJO HA SIDO POSIBLE GRACIAS AL APOYO DEL CONTRATO DE INVESTIGACIÓN SOBRE ESTUDIOS SOCIALES DE LA CIENCIA (SV-14-OEI-1) DE LA UNIVERSIDAD DE OVIEDO Y DEL PROYECTO "PRAXEOLOGÍA DE LA CULTURA CIENTÍFICA" (FFI2017-82217-C2-1-P) DEL MINISTERIO DE ECONOMÍA, INDUSTRIA Y COMPETITIVIDAD DEL GOBIERNO DE ESPAÑA.



Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ECONOMÍA, INDUSTRIA
Y COMPETITIVIDAD

© MARIANO MARTÍN GORDILLO, ISABEL P. MARTINS, JUAN CARLOS GONZÁLEZ GALBARTE, LUIS ELOY FERNÁNDEZ GARCÍA, CELINA TENREIRO-VIEIRA, RUI MARQUES VIEIRA, ANA V. RODRIGUES, DIANA OLIVEIRA, FERNANDA COUCEIRO, LÚCIA POMBO, TERESA B. NETO, ISABEL CABRITA, ELISABETE AMARAL, 2018

© LOS LIBROS DE LA CATARATA, 2018
FUENCARRAL, 70
28004 MADRID
TEL. 91 532 20 77
WWW.CATARATA.ORG

CIENCIA CORDIAL.
UN DESAFÍO EDUCATIVO

ISBN: 978-84-9097-520-6
DEPÓSITO LEGAL: M-24.270-2018
IBIC: PDR

ESTE LIBRO HA SIDO EDITADO PARA SER DISTRIBUIDO. LA INTENCIÓN DE LOS EDITORES ES QUE SEA UTILIZADO LO MÁS AMPLIAMENTE POSIBLE, QUE SEAN ADQUIRIDOS ORIGINALES PARA PERMITIR LA EDICIÓN DE OTROS NUEVOS Y QUE, DE REPRODUCIR PARTES, SE HAGA CONSTAR EL TÍTULO Y LA AUTORÍA.

ÍNDICE

PRESENTACIÓN 5

Mariano Martín Gordillo e Isabel P. Martins

PRIMERA PARTE. CONTEXTOS EDUCATIVOS PARA UNA CIENCIA CORDIAL 13

CAPÍTULO 1. ESPACIOS CURRICULARES PARA UNA CIENCIA CORDIAL 15

Mariano Martín Gordillo

CAPÍTULO 2. EXOTITULACIÓN: UN CONDICIONANTE PARA UNA CIENCIA CORDIAL 30

Mariano Martín Gordillo, Juan Carlos González Galbarte
y Luis Eloy Fernández García

CAPÍTULO 3. CIÊNCIA, CIDADANIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA ESCOLARIDADE BÁSICA: QUE POSSIBILIDADES? QUE REALIZAÇÕES? 48

Celina Tenreiro-Vieira e Rui Marques Vieira

**SEGUNDA PARTE. PROYECTOS EDUCATIVOS
PARA UNA CIENCIA CORDIAL 61**

**CAPÍTULO 4. ERA UMA VEZ UM CENTRO DE CIÊNCIA
QUE VIVIA NUMA ESCOLA... E DEPOIS? 63**

Ana V. Rodrigues, Diana Oliveira e Fernanda Couceiro

**CAPÍTULO 5. EDUPARK, UMA LUFADA DE AR FRESCO NA
FORMAÇÃO INICIAL E CONTÍNUA DE PROFESSORES 78**

Lúcia Pombo e Teresa B. Neto

**CAPÍTULO 6. MATEMÁTICA E ARTE.
DESAFIOS À CRIATIVIDADE 90**

Isabel Cabrita e Elisabete Amaral

**CAPÍTULO 7. EL PROYECTO CONTENEDORES:
MATERIALES DIDÁCTICOS PARA UNA CIENCIA CORDIAL 104**

Juan Carlos González Galbarte y Luis Eloy Fernández García

**CAPÍTULO 8. UN NUEVO CASO SIMULADO CTS:
EL PROYECTO BABEL Y EL FUTURO DE LAS LENGUAS 124**

Mariano Martín Gordillo

SOBRE LOS AUTORES 141

PRESENTACIÓN

MARIANO MARTÍN GORDILLO E ISABEL P. MARTINS

Cordiales y entrañables. Así son hoy las relaciones entre los países ibéricos y entre las grandes lenguas iberoamericanas. De hecho, las palabras “cordial” y “entrañable/*entranhável*” comparten significados en español y en portugués. Lo cordial conforta y fortalece el corazón. Lo entrañable supone intimidad y afecto.

Lo cordial y lo entrañable se llevan bien con lo racional. Por eso es tan oportuna la caracterización que Miguel Ángel Quintanilla ha hecho de las tecnologías entrañables en el libro que publicó recientemente con Martín Parselis, Darío Sandrone y Diego Lawler en esta misma colección¹. Su opuesto no es solo el extrañamiento de lo humano que producen las otras tecnologías, sino también la visceralidad con que a veces son asumidas esas tecnologías no entrañables y la resistencia a usar la razón para desvelar su carácter alienante.

La reivindicación de unas tecnologías entrañables que tengan una relación más apropiada con los seres humanos

1. Quintanilla, M. A. *et al.* (2017): *Tecnologías entrañables*, Los Libros de la Catarata, Madrid.

anima a revisar también nuestras relaciones con la ciencia, especialmente en la educación científica. Lamentablemente, esas relaciones no han sido siempre tan cordiales como sería deseable. En muchas ocasiones, las ciencias se han *asignaturizado* en nuestros currículos de modo que conocer los resultados acaba pareciendo más importante que aprender los procesos. O enseñar las respuestas correctas parece más urgente que ensayar las preguntas tentativamente pertinentes que caracterizan a esa actividad y a esa forma singular de conocimiento que llamamos ciencia.

Así, los contenidos de las asignaturas escolares han convertido la iniciación a la ciencia en un itinerario minoritario hacia una parte de la cultura tan importante para todos los ciudadanos como es hoy la científica. Un itinerario que parece excluir a quienes se sienten concernidos por aquella vieja advertencia que presidía la entrada de la Academia platónica: "Nadie entre aquí sin saber matemáticas". Y es que el carácter universalmente propedéutico que se atribuye a esa disciplina y su singular relación con las demás quizá no suscite aún la reflexión y el debate que seguramente merece.

La habilidad para resolver problemas matemáticos es, sin duda, importante. Pero suponer que, tanto en la formación general de todos los ciudadanos como en la de los especialistas de todas las ciencias, esa habilidad es más relevante que la curiosidad, la creatividad y las capacidades heurísticas emparentadas con la actividad artística es seguramente un prejuicio que genera algunos efectos secundarios no deseables. Por ejemplo, que la ciencia escolar no les resulte cordial a muchas personas. Tras años de relaciones difíciles con las matemáticas, muchos alumnos acaban asumiendo que las ciencias no son para ellos, que son saberes abstrusos y alejados del resto de la cultura. Y ello no porque las matemáticas y las demás ciencias realmente lo sean, sino porque la manera en que se han priorizado las primeras en los diseños curriculares quizá haya

acabado por asignarles el papel de aquel elitista lema platónico o el de ese demonio escolar de Maxwell del que habló Pierre Bourdieu hace ya tiempo.

Quizá son demasiados los alumnos que acaban excluidos de la deseable familiaridad y cordialidad que los ciudadanos de una sociedad democrática deberían tener siempre con la cultura científica. Un trato similar al que todos deberían tener también con el resto de la cultura y con las artes.

En esta reivindicación del carácter esencialmente humano de las ciencias y las tecnologías y del replanteamiento de la manera en que se debe promover la cultura científica en el ámbito educativo, queremos destacar asimismo la afinidad de los contenidos de este libro con la forma en que José Antonio Acevedo-Díaz y Antonio García-Carmona han querido ejemplificar —en otra obra de esta colección²— que, tanto en el aula como en la formación inicial de los docentes, es muy fructífero el trabajo sobre controversias de la historia de la ciencia y la tecnología para un acercamiento educativamente cordial a algo tan importante como la comprensión de la naturaleza de la ciencia.

Por otra parte, enseñar ciencia contempla, además del qué y el para qué, también el cómo. Ahora bien, en esta última dimensión, la didáctica, importa destacar la relevancia del trabajo práctico y experimental. El aprendizaje de las ciencias, desde los primeros años de escolaridad, requiere de metodologías activas en las que el alumno asume una posición central. La naturaleza de la ciencia impone que las estrategias de enseñanza contemplen el cuestionamiento, la búsqueda de evidencias que confirmen o refuten las ideas previas sobre los problemas formulados. Ser culto desde el punto de vista científico, tal como Paul Hurd lo definía en un primer nivel, implica saber

2. Acevedo-Díaz, J. A. y García-Carmona, A. (2017): *Controversias en la historia de la ciencia y cultura científica*, Los Libros de la Catarata, Madrid.

distinguir teorías de dogmas, datos de mitos, ciencia de pseudociencia, evidencia de propaganda, hechos de ficción, conocimiento de opinión. Ahora bien, para alcanzar este propósito es fundamental la elección de estrategias de enseñanza cordiales que no se restrinjan solo a la memorización de saberes canónicos.

Asimismo consideramos muy importante repensar el lugar de la cultura científica en la organización de las enseñanzas y analizar el papel que las especialidades y las culturas docentes tienen en la configuración y desarrollo de los currículos escolares. Son, entre otros, aspectos relevantes para definir los contextos que resultan propicios para una ciencia educativamente cordial. Pero se trata de cuestiones de amplio alcance que, por su extensión y complejidad, desbordan los propósitos de este libro. No obstante, su primera parte pretende aportar un acercamiento mínimo a algunos de esos asuntos con trabajos que apuntan en esa dirección.

El primer capítulo se aproxima a la experiencia española en la inclusión en la enseñanza media de materias relacionadas de forma general con la cultura científica y los enfoques de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). Se trata de un breve acercamiento valorativo a la definición de sus contenidos prescritos y al lugar que han venido ocupando en los currículos.

El segundo capítulo también tiene como referente el caso español y en él se presentan algunas consideraciones sobre las relaciones y asimetrías existentes entre las especialidades universitarias y docentes, así como los posibles efectos de las mismas en la configuración de las culturas docentes, especialmente en relación con el fenómeno de la exotitulación.

El tercer capítulo corresponde al contexto portugués y en él se plantean los temas de ciencia, ciudadanía y desarrollo sostenible y la forma de abordarlos con niños de 10-12 años. El caso descrito muestra cómo promover capacidades de pensamiento crítico y desarrollar actitudes y valores, aplicables a

otros contextos y situaciones que requieran construcción de conocimiento, cuestionamiento y argumentación, en una perspectiva de participación ciudadana. Para que la escuela prepare a los alumnos para la vida en sociedades desconocidas y cada vez más exigentes, es necesario “traer para dentro de la escuela” la simulación de casos reales donde las capacidades pretendidas puedan ser desarrolladas.

Si los contextos educativos son el tema que articula las contribuciones de la primera parte del libro, en la segunda se presentan algunos proyectos que ejemplifican la relación educativamente cordial que aquí se defiende. Tres contribuciones portuguesas y dos españolas muestran las potencialidades de proyectos que van más allá de la disciplina de las disciplinas y que apuestan decididamente por el fomento de la cultura científica desde enfoques CTS. Varios de esos trabajos tienen además un alcance y una vocación netamente iberoamericana.

Así, el cuarto capítulo presenta un caso innovador desarrollado en una escuela pública de 1º CEB (6-10 años), concebida de raíz para integrar la enseñanza formal y no formal de ciencias (el CIEC), basado en contextos históricos, sociales, culturales y tecnológicos de la región donde se inserta. Se trata de un proyecto innovador y único en Portugal, apoyado por el poder político regional, lo que ha contribuido a una mayor y mejor educación en ciencias de los niños y también de la propia comunidad. Conocer cómo fue proyectado y cómo se desarrolla es una experiencia muy enriquecedora.

El quinto capítulo describe un proyecto de diseño fresco e innovador, el EduPARK, desarrollado al aire libre, en un parque municipal de la ciudad de Aveiro (Portugal), con los niños, los estudiantes de profesorado y los profesores en activo. Recurriendo a aplicaciones diseñadas para dispositivos móviles, los visitantes del parque profundizan en el conocimiento sobre especies animales y vegetales y también sobre aspectos arquitectónicos, en una perspectiva integrada:

ciencia-tecnología-sociedad e innovación. El proyecto está también considerado de interés potencial en el sector turístico.

El sexto capítulo muestra una experiencia de enseñanza que involucra las disciplinas de matemáticas y de la educación visual, centrada en el aprendizaje activo y significativo, facilitadora del desarrollo de la creatividad de los alumnos. El caso descrito, desarrollado en una escuela portuguesa, está enfocado en los temas de simetrías e isometrías y muestra cómo es posible con adolescentes de 13 y 14 años desarrollar y alimentar el gusto por las matemáticas y el arte. Asimismo corrobora la filosofía subyacente en la simbiosis STEMA (*science, technology, mathematics and art*).

El séptimo capítulo presenta un proyecto de alcance iberoamericano que se ha venido desarrollando en esta década con la configuración paralela de una comunidad de educadores iberoamericanos para la cultura científica y la gestación de un inmenso banco de materiales didácticos, de muy diversa naturaleza, accesibles en español (y algunos de ellos también en portugués).

Por último, el octavo capítulo proyecta hacia el futuro unas iniciativas didácticas particularmente incardinadas en la idea de una ciencia cordial como son las de los casos simulados sobre controversias tecnocientíficas. Una somera descripción de este tipo de propuestas didácticas y una breve presentación de un nuevo caso simulado relacionado con el futuro de las lenguas son el contenido del capítulo final.

Este libro es fruto, por tanto, de la cordialidad luso-española y la reivindica en la enseñanza de las ciencias. La misma cordialidad que caracteriza a la relación que mantienen los autores de estos trabajos. Una relación nacida y fortalecida en numerosos encuentros desde hace ya bastantes años en el marco de los Seminarios Iberoamericanos de Educación CTS (Aveiro, Valladolid, Madrid, Málaga, Brasilia, Bogotá...), en publicaciones compartidas (como los monográficos titulados

“Educación CTS”, número 6, y “Nuevos desafíos en la enseñanza de las ciencias, la matemática y la tecnología”, número 33, en la *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*), que ha cuajado más recientemente en la Cátedra Ibérica CTS+I constituida en Lisboa en noviembre de 2015 y que, con sucesivos encuentros en Aveiro, Oviedo y Avilés, ha ido dando frutos de los que son parte también los propios trabajos de este libro.

No podemos dejar de destacar aquí el apoyo constante que nos han prestado José Antonio López Cerezo, de la Universidad de Oviedo, y Juan Carlos Toscano, secretario técnico de Ciencia de la Organización de Estados Iberoamericanos. Sin su aliento y ánimo constante, este libro, como tantos otros trabajos, no habría llegado a existir.

Una última cosa importante. Comenzábamos señalando que las relaciones entre nuestras dos lenguas son cordiales y entrañables. Para nosotros siempre ha sido así porque en nuestros encuentros cada cual usa la suya sin que tengamos problemas para entendernos. En estos tiempos en que otra lengua con menos hablantes nativos que el español (y muchísimos menos que la gran comunidad iberoamericana que habla nuestras lenguas) aspira a convertirse en lengua global, imponiendo tácitamente su ontología y su axiología, creemos que es importante la publicación de libros que, como este, no son solo bilingües, sino cordiales con nuestras dos lenguas. Confiamos en que sus contenidos también lo sean para los lectores que no necesitan que una tercera los incoordinie.

PRIMERA PARTE
CONTEXTOS EDUCATIVOS
PARA UNA CIENCIA CORDIAL

La cordialidad o aspereza de las leyes educativas y de los contextos en que se generan no siempre coincide con sus efectos reales en las aulas. En la historia de la educación española tenemos ejemplos de ello.

Pronto se cumplirán 50 años de la Ley General de Educación (LGE), la primera que supuso una modernización significativa de nuestro sistema educativo. Desde la ley Moyano de 1857 no había habido ninguna reforma de tanto calado y, a pesar de que cuando se aprobó aún faltaban cinco años para la muerte de Franco, parte de sus contenidos han resistido bastante bien el paso del tiempo. Por ejemplo, algunas de sus prescripciones sobre el bachillerato (Ley General de Educación, 1970):

Artículo 27

1. La acción docente en el bachillerato deberá concebirse como una dirección del aprendizaje del alumno y no como una enseñanza centrada exclusivamente en la explicación de la materia. Tenderá a despertar y fomentar en el alumno la iniciativa, la originalidad y la aptitud creadora.

A estos efectos, se le adiestrará en técnicas de trabajo intelectual, tanto individual como en equipo.

2. Los métodos de enseñanza serán predominantemente activos, matizados de acuerdo con el sexo, y tenderán a la educación personalizada.

3. Los programas de las distintas materias comprenderán un contenido básico, sus aplicaciones prácticas y el análisis de un tema concreto, propuesto por el propio alumno bajo la tutoría del profesor.

5. El trabajo escolar del alumno, preceptivo para el desarrollo total de las áreas y actividades educativas, no podrá exceder de treinta y tres horas semanales.

Teniendo en cuenta que el bachillerato actual sigue siendo notoriamente académico y que en él se prescriben deberes y exámenes de forma generosa, aquella caracterización de la etapa y aquella limitación del uso (y abuso) por la institución escolar del tiempo extraescolar (la "educación en la sombra" de la que habla Mark Bray, 1999) siguen resultando bastante novedosas casi medio siglo después.

Pero la cordialidad de lo prescrito en las leyes tiende a reducirse cuando son aplicadas. Y la LGE no fue una excepción. No obstante, sigue sorprendiendo que en un contexto no democrático se pudieran pergeñar propuestas normativas con elementos relativamente progresistas (exceptuando, obviamente, referencias como la del sexo), mientras que la primera ley que reguló las enseñanzas en la España democrática, la Ley Orgánica General del Sistema Educativo (LOGSE) de 1990, suscitó numerosas reacciones críticas precisamente por insistir en esos planteamientos.

En cierto modo, algo así ha podido suceder en la enseñanza de las ciencias y en las iniciativas orientadas a educar para la cultura científica. En la historia de la educación española ya tenemos suficiente perspectiva para poder valorar, aunque solo sea en el plano normativo, la evolución de los espacios curriculares que se han creado en las últimas décadas al amparo de las

tres leyes educativas del periodo democrático. Unos espacios que podríamos considerar propicios para los enfoques de CTS y el fomento de la cultura científica, y que a veces hemos caracterizado como espacios curriculares protegidos (Martín Gordillo, 2012) por analogía con los parques naturales en los que se conservan hábitats valiosos que, sin una protección específica, no podrían soportar la presión de los usos dominantes en el resto del territorio. Lo que en la república curricular sería la disciplina de las disciplinas.

Y es que, además de las asignaturas clásicas del campo de las ciencias, en la Educación Secundaria Obligatoria (ESO), 12-16 años, y en el bachillerato, 16-18 años, se han creado en las últimas décadas tres materias de ese tipo: Ciencia, Tecnología y Sociedad con la LOGSE de 1990, Ciencias para el Mundo Contemporáneo con la Ley Orgánica de Educación (LOE) de 2006 y Cultura Científica con la Ley Orgánica de Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE) de 2013.

Esas tres materias comparten un planteamiento abierto hacia el conjunto de la ciencia (y en el caso de la primera, también de la tecnología), lo que parece indicar que en las asignaturas tradicionales de ciencias no se agota todo lo que los ciudadanos podrían y deberían aprender sobre las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, sobre el papel de la ciencia en el mundo contemporáneo o sobre la cultura científica.

Repasaremos algunas de las características principales de los currículos prescritos para cada una de esas materias y analizaremos también algunas diferencias significativas entre ellos.

CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

La finalidad central de la materia de Ciencia, Tecnología y Sociedad consiste en proporcionar a los estudiantes la ocasión para relacionar conocimientos procedentes de campos académicos habitualmente separados,

un escenario para reflexionar sobre los fenómenos sociales y las condiciones de la existencia humana desde la perspectiva de la ciencia y la técnica, así como para analizar las dimensiones sociales del desarrollo tecnológico. Es, pues, una materia con una clara voluntad interdisciplinar, integradora y abierta al tratamiento de cuestiones —el medioambiente, los modelos de desarrollo económico y social, la responsabilidad política y los modelos de control social, etc.— que no están claramente instalados en una disciplina académica concreta, pero que tienen un papel decisivo en la vida social (Ministerio de Educación y Ciencia, 1993: 2405-2406).

Estas palabras, incluidas en la presentación del currículo de Ciencia, Tecnología y Sociedad, no parecen haber envejecido. Relacionar conocimientos habitualmente separados, reflexionar sobre lo humano en relación con la ciencia y la técnica, analizar las dimensiones del desarrollo tecnológico... No parece un mal marco conceptual para una materia que nació hace ya más de veinticinco años.

El enfoque CTS no solo era explícito en la denominación de la materia, sino que también estaba presente en su justificación y en los contenidos prescritos. Estos tenían un carácter bastante abierto y dejaban al docente suficiente autonomía para definir la forma de desarrollarlos. Algo que se señalaba expresamente en el texto normativo: “Los contenidos de Ciencia, Tecnología y Sociedad abarcan un amplio campo temático. Dado su carácter decididamente interdisciplinar que puede concretarse en programaciones muy distintas, en función del contexto del centro docente, de las decisiones adoptadas en su Proyecto Curricular, de las modalidades del bachillerato y de las peculiaridades del profesorado que la imparta” (1993: 2406).

Los contenidos de la materia se estructuraban en cinco bloques temáticos con una formulación bastante abierta y con un desarrollo total de veintidós epígrafes. Teniendo en cuenta la tendencia de nuestro país al exceso prescriptivo, resultaba

muy saludable aquella voluntad de contención para una materia que, por lo demás, contaba con cierta holgura de tiempo ya que disponía de cuatro horas semanales. Esos cinco bloques temáticos eran los siguientes:

- Ciencia, técnica y tecnología: perspectiva histórica.
- El sistema tecnológico.
- Repercusiones sociales del desarrollo científico y técnico.
- El control social de la actividad científica y tecnológica.
- El desarrollo científico y tecnológico: reflexiones filosóficas.

La importancia de la autonomía y la profesionalidad del docente se subrayaba al indicar la forma en que esos contenidos debían (o podían) ser desarrollados: "Este modo de presentación no corresponde a un supuesto orden de importancia. Tampoco es imprescindible ni parece razonable abordar todos los contenidos de todos los núcleos. Por el contrario, es aconsejable seleccionar y concretar aquellos contenidos que, procedentes de los cinco núcleos, van a incorporarse a la programación de la enseñanza de la materia, adaptándolos y articulándolos en un discurso coherente y significativo para los estudiantes" (1993: 2406). Una concepción sobre el diseño curricular que se echa bastante de menos tantos años después.

En cuanto a los objetivos y los criterios de evaluación, el hecho de que los primeros fueran siete y los segundos nueve ya evidencia la diferencia entre aquel currículo y los excesos de otros posteriores. Su pertinencia y actualidad se evidencia con solo recordar el último de los objetivos de la materia: "7. Analizar y evaluar críticamente la correspondencia entre las necesidades sociales y el desarrollo científico y técnico valorando la información y participación ciudadanas como forma de ejercer un control democrático del mismo" (1993: 2406). O también algunos de sus criterios de evaluación: "8. Analizar y

enjuiciar críticamente las posibilidades y limitaciones de la ciencia y la tecnología en la búsqueda de soluciones a los problemas mas acuciantes de la humanidad”, y “9. Formular preguntas y plantear problemas de carácter filosófico sobre algunas dimensiones de la actividad tecnológica proporcionando respuestas argumentadas y sometiéndolas a debate” (1993: 2407).

Ciencia, Tecnología y Sociedad era, además, una materia con una nítida vocación interdisciplinar. Tanto por su oferta en las diferentes modalidades de bachillerato como por su apertura a distintas especialidades docentes. De hecho, además de los profesores de Física y Química o de Biología y Geología, muchos docentes de las especialidades de Tecnología, de Filosofía y de algunas otras se hicieron cargo de su enseñanza durante los catorce años en que existió en las aulas (desde el curso 1994-1995 hasta el curso 2007-2008). Y ello dio como fruto desarrollos curriculares y propuestas innovadoras muy diversas. Entre ellas, los casos simulados CTS a los que se alude en el último capítulo de este libro.

Es cierto que esta materia no se llegó a implantar en todo el territorio español, sino principalmente en las regiones que en los años noventa no habían asumido aún competencias educativas y cuya gestión correspondía al Ministerio de Educación y Ciencia. Pero el hecho de que, además de ellas, también la incorporaran en sus planes de estudios otras que sí tenían competencias educativas y que, después de asumirlas, siguiera existiendo en las primeras, demuestra el éxito de una asignatura que, aunque tenía un alcance limitado por ser optativa, fue cursada por muchos alumnos españoles durante los años en que se ofreció en los centros.

CIENCIAS PARA EL MUNDO CONTEMPORÁNEO

Los ciudadanos del siglo XXI, integrantes de la denominada “sociedad del conocimiento”, tienen el derecho y el deber de poseer una formación científica que les permita actuar como ciudadanos autónomos, críticos y

responsables. Para ello es necesario poner al alcance de todos los ciudadanos esa cultura científica imprescindible y buscar elementos comunes en el saber que todos deberíamos compartir. El reto para una sociedad democrática es que la ciudadanía tenga conocimientos suficientes para tomar decisiones reflexivas y fundamentadas sobre temas científico-técnicos de incuestionable trascendencia social y poder participar democráticamente en la sociedad para avanzar hacia un futuro sostenible para la humanidad (Ministerio de Educación y Ciencia, 2007: 45387).

Entre los cambios curriculares que la LOE supuso sobre la LOGSE quizá los dos más significativos fueran la inclusión de una materia de Educación para la Ciudadanía en educación primaria y secundaria obligatoria y la de esta materia en el bachillerato. Ambas se concibieron como materias comunes y obligatorias para todos los alumnos, lo que, en el caso de la primera, generó una gran controversia que llevó, por ejemplo, a que alguna comunidad autónoma (la valenciana) tomara la provocadora decisión de impartirla en inglés. Sin embargo, la aparición de Ciencias para el Mundo Contemporáneo como materia común del bachillerato en un lugar análogo al de la Filosofía o la Lengua apenas generó debate. Como tampoco lo hubo cuando, con la LOMCE, fue eliminada unos años después.

Como se pone de manifiesto en las palabras de la presentación de su currículo citadas más arriba, la materia tenía una orientación no muy distante a la de Ciencia, Tecnología y Sociedad. Igual que aquella, también subrayaba la importancia del desarrollo de capacidades para la participación de los ciudadanos en los procesos de decisión relacionados con la ciencia y la tecnología. La selección de sus contenidos era menos genérica y pretendía propiciar una alfabetización temática que completara los contenidos clásicos de las asignaturas tradicionales de ciencias, como se puede constatar en la denominación de sus bloques temáticos:

- Contenidos comunes.
- Nuestro lugar en el universo.
- Vivir más, vivir mejor.
- Hacia una gestión sostenible del planeta.
- Nuevas necesidades, nuevos materiales.
- La aldea global. De la sociedad de la información a la sociedad del conocimiento.

El primero de ellos tenía un enfoque transversal que incluía desde aspectos procedimentales hasta contenidos relacionados con la naturaleza de la ciencia. Temas relacionados con la astronomía y la cosmología, la salud y la medicina, la sostenibilidad, el desarrollo de nuevos materiales y nuevas formas de energía o también los relativos a las tecnologías de la información y la comunicación desarrollaban esos seis bloques en 29 epígrafes bastante nutridos para una materia a la que se asignaron apenas dos horas semanales (solo en alguna comunidad llegó a tener tres). Por lo demás, el carácter abierto, alfabetizador y relativamente alejado de la disciplina de las disciplinas que presidía su diseño general se vio afectado por la limitación del profesorado que podía impartirla: únicamente de las especialidades de Física y Química y de Biología y Geología. Buena parte del primero se encontraba seguramente más cómodo con temas como el 2 y el 5 y buena parte del segundo seguramente estaba más próximo a los temas 3 y 4, lo que postergó en no pocas aulas los otros temas y especialmente aquellos que, como el 1 o el 6, no son menos importantes pero sí menos afines a esas especialidades. Esa decisión limitó su carácter integrador e interdisciplinar sin que, por lo demás, los gremios correspondientes hayan reivindicado claramente la importancia de esta materia, como se pudo comprobar en el silencio que acompañó a su desaparición en 2015.

En cuanto a los objetivos y los criterios de evaluación prescritos para esta materia, ni su número (ocho y diez respectivamente) ni su carácter contrastaban significativamente con los

de la materia de Ciencia, Tecnología y Sociedad. Sin duda, el mayor logro de esta materia fue conseguir que unos contenidos relacionados con la cultura científica y los enfoques CTS llegaran a tener presencia común en todas las aulas del primer curso del bachillerato español durante siete años (desde el curso 2008-2009 hasta el curso 2014-2015). Una centralidad en las enseñanzas que se perdería cuando la LOMCE los devolvió al espacio de la optatividad y, en cierta medida, redefinió su enfoque. En la tabla 1 se sintetizan algunos aspectos de las tres materias que hemos mencionado.

TABLA 1
ASPECTOS RELEVANTES DE LAS TRES MATERIAS

	CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD	CIENCIAS PARA EL MUNDO CONTEMPORÁNEO	CULTURA CIENTÍFICA
Ley orgánica	LOGSE (1990)	LOE (2006)	LOMCE (2013)
Desarrollo normativo	Orden de 12 de noviembre de 1992 por la que se dictan instrucciones para la implantación anticipada del bachillerato	Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas	Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y el bachillerato
Implantación	Desde el curso 1994-1995 hasta el curso 2007-2008	Desde el curso 2008-2009 hasta el curso 2014-2015	Desde el curso 2015-2016 en 1º de bachillerato Desde el curso 2016-2017 en 4º de ESO
Alcance	Territorio MEC	Toda España	Toda España
Etapa y nivel	1º o 2º de bachillerato	1º de bachillerato	4º de ESO y 1º de bachillerato
Carácter	Materia optativa	Materia común y obligatoria en todas las modalidades	Materia optativa
Horas semanales	4 horas	2 horas	3 horas
Especialidad docente	No limitada	Limitada a las especialidades de Física y Química y de Biología y Geología	Limitada a las especialidades de Física y Química y de Biología y Geología

Fuente: Elaboración propia.

CULTURA CIENTÍFICA

El desarrollo social, económico y tecnológico de un país, su posición en un mundo cada vez más competitivo y globalizado, así como el bienestar de los ciudadanos en la sociedad de la información y del conocimiento, dependen directamente de su formación intelectual y, entre otras, de su cultura científica.

Que la ciencia forma parte del acervo cultural de la humanidad es innegable; de hecho, cualquier cultura pasada ha apoyado sus avances y logros en los conocimientos científicos que se iban adquiriendo y que eran debidos al esfuerzo y a la creatividad humana (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2015: 464).

A pesar de su carácter regresivo respecto de las dos leyes precedentes, la LOMCE no prescindió de un espacio curricular protegido para los contenidos relacionados con la cultura científica. De hecho, utilizó esta expresión para denominar una materia que ha crecido respecto de la anterior en el número de horas semanales y en los niveles en los que se puede cursar (4^o de ESO y 1^o de bachillerato). A cambio, por motivos que analizaremos en el siguiente capítulo, acabó con la única materia de este tipo que llegó a ser común y obligatoria en todas las modalidades de bachillerato en la historia de la educación española.

Por otra parte, la afinidad en los enfoques que definían las materias de Ciencia, Tecnología y Sociedad y de Ciencias para el mundo Contemporáneo desaparece en la caracterización de la materia de Cultura Científica, que, no obstante, comparte con la anterior la organización temática de los contenidos.

Como en la propia LOMCE, en la materia de Cultura Científica se evitan las referencias a lo social y a lo participativo sustituyéndolas por otras relacionadas con la economía y la competitividad. Un planteamiento que, además, parece mirar más hacia el pasado que hacia el futuro y que considera al presente como algo

problemático que requiere soluciones. La propia denominación extravagante de esa ley orgánica lo confirma al aludir al propósito de mejorar una calidad de la que presupone que carece la educación anterior y que, si tuviera éxito en ese propósito, haría innecesario su propio contenido y hasta el nombre de la ley. Algo un tanto extraño para una ley educativa que, como toda ley orgánica, debe regular de forma básica los derechos fundamentales y no autoafirmarse nominalmente con un calificativo que resulta de Perogrullo para cualquier ley (¿cabría imaginar alguna cuyo propósito declarado fuera empeorar lo regulado?).

Así, aunque la nueva materia de Cultura Científica sigue siendo propicia para un trabajo orientado hacia lo que su nombre indica y también puede serlo para un trabajo integrador en clave CTS, en su definición normativa se subrayan planteamientos bien diferentes a los que caracterizaban el énfasis participativo y democrático de este último enfoque. En esta tercera materia, el acento se pone en el actual mundo competitivo y globalizado, en la formación intelectual (que no práctica y sobre valores), en el acervo cultural de la humanidad y en “adquirir una cultura científica básica que le permita entender el mundo actual; es decir, conseguir la alfabetización científica de los ciudadanos” (2015: 465). Adquirir, entender, conseguir..., verbos que sitúan al alumnado en un papel contemplativo bien distinto del énfasis participativo que caracterizaba los contenidos de las anteriores materias y la forma en que se abordaban en el aula.

En cuanto a los contenidos, la nueva materia de Cultura Científica guarda, como hemos dicho, cierto parentesco temático con la anterior. Aunque también parece responder a un modelo bastante conservador en relación con la idea del riesgo, que supone derivado de desastres naturales o quizá de incumplimientos humanos de determinados límites morales. Así, no parece comprenderse la naturaleza compleja del riesgo en la que las decisiones humanas, científicas y no científicas, están imbricadas tanto en su generación como en su gestión (que no

consiste, obviamente, en invocar solo la solución por la ciencia de todas las incertidumbres que comporta). Y es precisamente la gestión del riesgo uno de los aspectos que justifican esa orientación más participativa y compleja de la educación para la cultura científica y no los planteamientos más contemplativos y conceptuales con los que parece sintonizar el currículo de esta materia.

El diseño de esta asignatura es, por tanto, más tecnicista y, aunque no precisa los objetivos o propósitos de la misma (como sí se hacía en los currículos de las materias anteriores), explicita con notable detalle y densidad 84 estándares de aprendizaje evaluables (35 para la materia de 4^o de ESO y 49 para la de 1^o de bachillerato) a los que corresponden 56 criterios de evaluación. Una logorrea prescriptiva que, por lo demás, no es exclusiva de esta materia, sino que caracteriza casi todos los diseños normativos de currículos que se han redactado al amparo de esta ley (y, en parte, también de las anteriores).

Por fortuna para los docentes, tantos estándares supuestamente evaluables se resumen en un número más limitado de bloques sobre los que lo sensato para el docente sería seguir la recomendación que se citó más arriba. Los bloques de la materia de Cultura Científica para 4^o de ESO y 1^o de bachillerato son los siguientes:

- 4^o de ESO:
 - Procedimientos de trabajo.
 - El universo.
 - Avances tecnológicos y su impacto ambiental.
 - Calidad de vida.
 - Nuevos materiales.
- 1^o de bachillerato:
 - Procedimientos de trabajo.
 - La Tierra y la vida.
 - Avances en biomedicina.
 - La revolución genética.
 - Nuevas tecnologías en comunicación e información.

TABLA 2

FRECUENCIA DE USO DE ALGUNOS TÉRMINOS EN LAS PRESENTACIONES DE LOS TRES CURRÍCULOS

CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD	CIENCIAS PARA EL MUNDO CONTEMPORÁNEO	CULTURA CIENTÍFICA
Sociedad, social (20)	Ciencia, científico (17)	Ciencia, científico (8)
Ciencia, científico (18)	Sociedad, social (9)	Conocimiento (4)
Tecnología, tecnológico (15)	Tecnología, tecnológico (6)	Tecnología, tecnológico (4)
Técnica, técnico (13)	Ciudadanos (5)	Cultura, cultural (3)
Valores (9)	Conocer, conocimiento (4)	Hombre, humanidad, humano (3)
Humanidad, humano (5)	Ambiental, medioambiental (2)	Sociedad, social (3)
Producir, producción (5)	Cultural (2)	Bienestar (1)
Necesidades (4)	Debate (2)	Ciudadanos (1)
Cultura, cultural (3)	Democrático (2)	Competitivo (1)
Filosofía, filosófico (3)	Futuro (2)	Comprensión (1)
Medioambiente (3)	Humanidad, humano (2)	Económico (1)
Comprender (2)	Problemas (2)	Entender (1)
Conocimiento (2)	Respuestas (2)	Investigación (1)
Naturaleza, natural (2)	Sostenibilidad, sostenible (2)	Método (1)
Integrador (2)	Valores (2)	Mundo (1)
Interdisciplinar (2)	Aplicaciones (1)	Retos (1)
Problemas (2)	Comprensión (1)	Soluciones (1)
Riqueza (2)	Controversias (1)	Verdad (1)
Ciudadanos (1)	Decisiones (1)	
Condiciones de vida (1)	Económicos (1)	
Crítico (1)	Éticos (1)	
Decisiones (1)	Evidencia (1)	
Desigualdades (1)	Explicaciones (1)	
Económico (1)	Metodológicas (1)	
Ética (1)	Naturaleza (1)	
Fines (1)	Resolución (1)	
Investigaciones (1)	Pturdisciplinarias (1)	
Participar (1)	Saber (1)	
Poder (1)	Técnicos (1)	
Progreso (1)	Teorías (1)	
Reflexionar (1)		
Responsabilidad (1)		
Bienestar (1)		
Certeza (1)		
Conceptos (1)		
Explicación (1)		
Historia (1)		
Ideas (1)		
Leyes (1)		
Mundo (1)		
Observación (1)		
Prueba (1)		
Razonamiento (1)		
Soluciones (1)		
Teorías (1)		

Fuente: Elaboración propia.

Su formulación genérica guarda cierta relación temática con los bloques que se definían para la materia de Ciencias para el Mundo Contemporáneo, si bien el primer bloque de ambos cursos se reduce en esta nueva materia a aspectos meramente instrumentales sin incluir ninguna referencia a cuestiones relacionadas con la naturaleza de la ciencia que sí aparecían entre los contenidos comunes de la materia anterior.

Por último, puede ser interesante comparar los campos semánticos que se han utilizado en los textos de presentación de los currículos de las tres materias. En la tabla 2 se presentan ordenadamente, según su frecuencia de uso, un buen número de términos que permiten hacer esa comparación. Se ha de tener en cuenta, en todo caso, la distinta amplitud de esos tres textos introductorios (el de Ciencia, Tecnología y Sociedad contenía 1.153 palabras; el de Ciencias para el Mundo Contemporáneo, 698; y el de Cultura Científica, 403). Curiosamente (o quizá no), la extensión de esas presentaciones justificativas de las tres materias es inversamente proporcional al número de contenidos y de criterios de evaluación prescritos en cada una de ellas.

Hasta aquí no se ha pretendido hacer análisis o valoraciones más allá de lo derivado de los propios textos normativos. No sería fácil, aunque sí interesante, analizar el alcance y lo que ha significado para los alumnos y los docentes el trabajo compartido en estas asignaturas durante estas últimas décadas. Sin duda, igual que las hay en sus currículos prescritos, también se podrían hallar diferencias en sus efectos reales en las aulas. Sin embargo, seguramente serían más importantes los aspectos comunes entre las tres.

Desde hace veinticinco años, esas materias han brindado a muchos miles de alumnos españoles la oportunidad de tener un contacto educativo muy diferente con la ciencia, la tecnología y la sociedad, con las ciencias para el mundo contemporáneo y, en general, con la cultura científica. Una relación distinta de la que tienen habitualmente en las materias tradicionales de ciencias. Y, seguramente, esa relación habrá sido en muchos casos cordial, propicia para acercarse sin miedo y con menos obstáculos conceptuales a la ciencia, a la tecnología y a sus relaciones con la sociedad.

La cordialidad que estos espacios curriculares protegidos permiten no solo es importante para los alumnos. También lo es, y de forma muy especial, para los docentes. En este tipo de materias no son pocos los que han aprendido a innovar, a no sentirse

atados por los programas ni presos de lo que puede ser preguntado o respondido en un examen. En esos espacios curriculares ha sido posible aprender a enseñar de manera más cordial, haciendo que, cotidianamente, la relación entre el aula, la ciencia y la cultura pueda ser más amable y mucho más fértil.

De modo que, con independencia de las diferencias entre esas tres materias y de los énfasis que cada una de ellas plantea o de los grados de libertad que ofrece, los profesores que se han comprometido con ellas las han podido convertir en un vivero innovador en el que cultivar prácticas pedagógicas diferentes que podrían (y deberían) ser injertadas (y multiplicadas) en las otras materias. El grado en que ello pueda suceder depende en gran medida del compromiso individual de cada docente. Pero también del peso de las disciplinas y las inercias propias de las especialidades y las culturas profesionales. Sobre eso tratará en parte el siguiente capítulo.

BIBLIOGRAFÍA

- BRAY, M. (1999): "The Shadow Education System: Private Tutoring and its Implications for Planners", *Fundamentals of Educational Planning* 61, París, UNESCO International Institute for Educational Planning (IIEP).
- ESPAÑA (1970): "Ley 14/1970, de 4 de agosto, General de Educación y Financiamiento de la Reforma Educativa", *Boletín Oficial del Estado*, 6 de agosto de 1970, pp. 12525-12546.
- (1990): "Ley Orgánica 1/1990, de 3 de octubre, de Ordenación General del Sistema Educativo", *Boletín Oficial del Estado*, 4 de octubre de 1990, pp. 28927-28942.
- (2006): "Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación", *Boletín Oficial del Estado*, 4 de mayo de 2006, pp. 17158-17207.
- (2013): "Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa", *Boletín Oficial del Estado*, 10 de diciembre de 2013, pp. 97858-97921.
- MARTÍN GORDILLO, M. (2012): "Espacios curriculares protegidos", *Escuela*, nº 3957, p. 37.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA (1993): "Resolución de 29 de diciembre de 1992 de la Dirección General de Renovación Pedagógica por la que se regula el currículo de las materias optativas de bachillerato establecidas en la Orden de 12 de noviembre de 1992 de implantación anticipada del bachillerato", *Boletín Oficial del Estado*, 29 de enero de 1993, pp. 2405-2439.
- (2007): "Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas", *Boletín Oficial del Estado*, 6 de noviembre de 2007, pp. 45381-45477.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE (2015): "Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del bachillerato", *Boletín Oficial del Estado*, 5 de enero de 2015, pp. 169-546.

EXOTITULACIÓN: UN CONDICIONANTE PARA UNA CIENCIA CORDIAL

MARIANO MARTÍN GORDILLO,
JUAN CARLOS GONZÁLEZ GALBARTE
Y LUIS ELOY FERNÁNDEZ GARCÍA

En los temas educativos tendemos a fijarnos en el objeto. En las materias que se enseñan, en los métodos que se emplean, en los materiales que se usan. Y también en el alumno que aprende. Pero su propia condición como sujeto se diluye para integrarse en un cuadro analítico más o menos objetivo en el que el único que parece faltar es el docente. El currículo prescrito, las instituciones escolares, los propios alumnos y hasta el entorno familiar son objeto de análisis, pero el docente no está tan estudiado como elemento crucial en el mundo escolar y susceptible, por tanto, de ser analizado objetivamente.

Intentemos completar el cuadro. Fijémonos en la relación entre los profesores de ciencias y su actividad de enseñanza: ¿son científicos los profesores?, ¿cuáles son sus ciencias?, ¿coinciden las que aprendieron con las que enseñan?, ¿son cordiales sus relaciones con ellas?, ¿lo son con la enseñanza?

No es fácil responder a estas preguntas. Pero sí conviene señalar su importancia. Y mostrar que de sus respuestas puede depender en parte la cordialidad con que los alumnos aprenden a relacionarse con la ciencia.

Empezaremos por la formación docente. Por la inicial. La previa al acceso a esta profesión. Veremos que los desajustes entre las especialidades universitarias y las docentes generan ciertos problemas. Como el fenómeno de la exotitulación, que resulta muy relevante en algunos campos. Por ejemplo, en las matemáticas, esa disciplina cuya didáctica se suele considerar distinta y distante de la del resto de las ciencias. Indagaremos sobre su singular situación en el currículo español. Y terminaremos mostrando algunas consecuencias de todo esto para hacer posible esa relación más cordial con la ciencia que muchos defendemos.

FORMACIÓN INICIAL Y ESPECIALIDADES DOCENTES

En algunos países, toda la formación superior del profesorado de educación secundaria está orientada hacia su profesión. De modo que su formación en un campo disciplinar es paralela a su capacitación para el trabajo docente. Por tanto, no suele haber asimetrías entre las especialidades que vertebran las enseñanzas de la educación secundaria en esos países y la formación recibida por su profesorado.

En España, los futuros profesores de secundaria cursan estudios de grado en especialidades que no están orientadas hacia la profesión docente. Quienes serán profesores de secundaria se forman en la universidad española como biólogos, filólogos, historiadores o matemáticos. No como profesores de Biología y Geología, de Lengua Castellana, de Geografía e Historia o de Matemáticas. De hecho, con notables diferencias entre especialidades universitarias, la profesión docente es una de las opciones profesionales de los graduados que solo se empieza a definir cuando se accede al correspondiente máster.

Sin duda, hay argumentos a favor de una formación superior tempranamente profesionalizante y también a favor de una

formación centrada en una disciplina con independencia del horizonte profesional posterior. La mayor densidad del conocimiento adquirido en la especialidad parece un argumento a favor de este último modelo. El compromiso más temprano con la profesión y una más intensa formación didáctica serían las ventajas del primero. Sin embargo, en España nadie parece cuestionar la conveniencia de que la formación de grado siga siendo disciplinar y que sea completada después con una formación pedagógica para quienes aspiren a incorporarse a esta profesión.

Este tipo de formación inicial comporta algunas asimetrías en la configuración de las especialidades que afectan especialmente a la enseñanza de las ciencias en España. De todas las ciencias. También las ciencias sociales y, muy especialmente, las matemáticas.

La clave de esta asimetría está en la diferencia, escasamente analizada, entre las especialidades universitarias y las docentes. Las primeras están definidas por unos grados cuyo campo disciplinar solo a veces coincide con las segundas. De hecho, no son pocas las especialidades docentes de secundaria que incluyen a más de una especialidad universitaria, y ello tiene algunos efectos en los que no se suele reparar.

Podríamos distinguir, por tanto, tres situaciones en la relación entre las especialidades docentes y las especialidades universitarias: *isotitulación*, *exotitulación parcial* (o estructural) y *exotitulación* (propriadamente dicha).

Serían isotitulados aquellos profesores que, aunque no se formaron inicialmente para serlo, sí se graduaron en la especialidad universitaria concordante con su especialidad docente. Sería el caso de la mayoría de los profesores de Filosofía, Lengua Castellana y Lenguas Extranjeras. También podría ser el caso de los profesores de otras especialidades como Economía, Educación Física y alguna otra que cursaron la especialidad universitaria plenamente concordante con su especialidad docente.

Aparentemente, entre los isotitulados habría que incluir también a los docentes de la especialidad de Matemáticas, ya que esa especialidad docente se corresponde con la universitaria, pero, por razones que luego veremos, son muchos los exotitulados en esa especialidad (Martín Gordillo, 2017).

La exotitulación parcial es un efecto estructural de la organización de las especialidades docentes. Es el caso de todas las especialidades de ciencias (naturales y sociales) en las que se conjugan disciplinas diversas. Seguramente, son muy pocos los profesores de Física y Química que son a la vez graduados en Física y en Química. Lo mismo que serán pocos los profesores de Biología y Geología que sean a la vez biólogos y geólogos. Y tampoco serán muchos los profesores de Geografía e Historia que sean graduados en Geografía, en Historia y también en Historia del Arte. Ni siquiera la actual moda de los dobles grados cambiará la situación, ya que no se suelen conjugar especialidades universitarias que coincidan con las docentes.

La exotitulación propiamente dicha se da en el caso de profesores que son graduados universitarios en una especialidad que no coincide, ni siquiera parcialmente, con su especialidad docente. La exotitulación debería ser bastante excepcional en el sistema educativo y limitarse únicamente a aquellas vocaciones intensas, ya sean previas o sobrevenidas, que pudieran hacer que un graduado en una especialidad universitaria acabe siendo profesor de una especialidad docente distinta. Por ejemplo, un profesor de Música cuya vocación hacia ese campo fuera paralela a sus estudios universitarios en otro. En tales casos, poco frecuentes, la exotitulación no plantearía problema, ya que en la afinidad hacia esa especialidad se hallaría el impulso para acceder a ella y, si la demanda entre los isotitulados de esa especialidad es amplia y la oferta no lo es tanto, quienes accedieran desde otra especialidad universitaria habrían hecho méritos para pertenecer a ese reducido grupo de los

exotitulados pertinentes. Por lo demás, seguramente, su intensa vocación hacia la docencia o hacia esa especialidad compensará cualquier carencia.

Sin embargo, este no es el perfil mayoritario entre los numerosos exotitulados que llevan años trabajando en especialidades docentes ajenas a su formación universitaria. Este fenómeno se explica, más bien, por la relación perversa que en muchos momentos ha habido en España entre la oferta de plazas de determinadas especialidades de secundaria y su demanda desde determinadas especialidades universitarias.

En un país cuyas políticas de personal docente han obviado casi siempre la planificación a largo plazo, han llegado a ser muy notables fenómenos que, como el de la exotitulación, deberían ser marginales y casi siempre pertinentes.

En efecto, desde los años ochenta, cuando comenzó a garantizarse la plena escolarización de la población en las edades de la educación obligatoria y a ampliarse significativamente en la secundaria posobligatoria, las políticas de plantillas han estado casi siempre dictadas por las necesidades imperiosas o por las disponibilidades presupuestarias. En consecuencia, el acceso a esta profesión no se ha caracterizado por una planificación racional a largo plazo, sino que se ha hecho a tenor de las circunstancias de cada momento, con un resultado que podría describirse con una expresión poco grata: a borbotones.

Así, durante las últimas décadas del siglo pasado y en las que llevamos de este, a años con una oferta de empleo nula o raquítica en la función pública docente han sucedido otros en los que las convocatorias han sido masivas. Si a ello se añade que el fenómeno ha sido aún más acusado en las especialidades de las materias llamadas instrumentales, como las matemáticas, tenemos las condiciones para que una materia tan importante como esa se haya convertido en problemática en muchos aspectos. Y, entre ellos, quizá no sea el menor la exotitulación de muchos de sus docentes.

Por otra parte, esa falta de planificación a largo plazo y ese acceso a borbotones ha ido generando también desequilibrios generacionales en las plantillas docentes. De hecho, en algunas zonas, la diferencia media entre las edades de los alumnos y las de sus profesores se acerca a las cuatro décadas y, aunque se hable poco de ello, es algo tan relevante como poco deseable.

Obviando esa marginal exotitulación pertinente que puede incorporar un saludable componente vocacional y que no depende de los desequilibrios entre la oferta y la demanda, el fenómeno de la exotitulación merecería un detallado estudio empírico y un análisis valorativo sobre sus efectos en nuestro sistema educativo. Particularmente, en el campo de la enseñanza de las ciencias.

Sobre lo primero, aunque más adelante apuntaremos algún modesto dato, hay que señalar que existen dificultades objetivas para poder precisar su alcance. En efecto, dejando de lado la enseñanza privada, para acceder a la función pública docente en la educación secundaria española, todos los profesores actualmente en activo han tenido que acreditar una titulación universitaria (completada en la mayoría más veterana con un Certificado de Aptitud Pedagógica y en la minoría más joven con el máster de Profesorado de Educación Secundaria). Sin embargo, la concordancia entre la especialidad universitaria y la especialidad docente no ha sido requisito para el acceso a esta profesión. Así que la información correspondiente debe estar en los archivos de las administraciones, pero los expedientes en los que consta (si es que se conservan) estarán solo en papel y muy probablemente al cuidado de los ácaros. Así que, a falta de otros medios, será una información de difícil acceso para quien desee investigar a fondo este tema.

Sin poder precisar por ahora el alcance de la exotitulación en España, sí cabe hacer algunas valoraciones sobre los efectos posibles de este fenómeno. Tanto en su variante parcial (que afecta singularmente a las especialidades de ciencias) como en

su variante pura (seguramente más frecuente en la especialidad de matemáticas). Empecemos por la primera.

Si el número de biólogos y geólogos que son profesores de la especialidad de Biología y Geología fuera proporcional en cada centro con la presencia que tienen cada una de esas disciplinas en los currículos escolares, la exotitulación parcial no plantearía problemas. Los biólogos impartirían las materias más próximas a su especialidad, los geólogos las más cercanas a la suya y ambos compartirían y trabajarían cooperativamente en las materias híbridas. Pero eso no es necesariamente así, ya que nada impide que todos los docentes de un departamento de Física y Química sean químicos, que no haya ningún graduado en Historia del Arte o en Geografía en un departamento de Geografía e Historia o que todos los profesores de la especialidad de Dibujo sean graduados en Bellas Artes y tengan poca querencia por el Dibujo Técnico. Esos desequilibrios y esa falta de proporcionalidad entre las enseñanzas que se han de impartir y la formación universitaria recibida no se dan solo en cada centro, sino también en el conjunto de las regiones en función de la presencia, antigüedad, demanda o querencia hacia el trabajo docente de los estudios de grado existentes en cada distrito universitario.

Esto puede explicar que la oferta en los centros y el número de alumnos que cursan determinadas materias estén relacionados muchas veces con la especialidad de origen de sus profesores. Así, no es raro que materias como Historia del Arte, Geología o Dibujo Técnico sean más populares allí donde tienen docentes que las apadrinan que en aquellos otros centros donde esas disciplinas son más ajenas a los docentes de los correspondientes departamentos. Incluso en materias tan centrales en los currículos de ciencias como la Física de 2^o de bachillerato no será raro que la querencia por elegirla y trabajarla con pasión sea menos probable si todos los profesores del departamento son químicos (o viceversa, en el caso de la

Química). Son disfunciones estructurales que afectan a todas las enseñanzas de esas especialidades docentes. También a las materias más híbridas, como la Física y Química o la Biología y Geología de 1º de bachillerato y, obviamente, a las materias más generales relacionadas con la cultura científica, como ya se señaló en el capítulo anterior.

El efecto de la exotitulación parcial o estructural no debe ser despreciado por el hecho de que los profesores de una especialidad docente hayan superado una oposición que incluía contenidos de todas sus disciplinas. Al margen de que la exigencia en el proceso selectivo es variable dependiendo de la relación entre el número de plazas y el de aspirantes, no debemos olvidar que, a diferencia del MIR de los médicos, las oposiciones a los cuerpos docentes son pruebas en las que el azar desempeña un papel que no perjudica a los exotitulados si el tema que se ha de desarrollar es el que el aspirante elija entre cinco salidos en un sorteo.

Otra prueba de que la exotitulación parcial es relevante es que no son pocos los profesores que décadas después de terminar sus estudios universitarios y de superar su oposición siguen teniendo más querencia por unas materias que por otras. Algo que sucede incluso entre los propios graduados de una misma especialidad. Véase, por ejemplo, el interés por impartir la Biología de 2º de bachillerato según si el profesor es biólogo de *los de bata* o de *los de bota*.

Aunque no tenga fácil remedio, esta exotitulación parcial debería ser considerada como una variable relevante en la relación más o menos cordial de los docentes (y, por tanto, de los alumnos) con los contenidos que enseñan (y ellos aprenden). Además de tener efectos significativos en las enseñanzas, también puede resultar recurrente a través de una suerte de efecto Mateo en la reproducción de vocaciones hacia determinadas especialidades. Una especialidad muy frecuentada en un distrito universitario (pongamos la Química, la Biología o la Historia)

y otra que lo fuera menos (pongamos la Física, la Geología o la Historia del Arte) generarían desequilibrios en el número de egresados que optarían a la profesión docente, lo que se reproduciría en la composición de los departamentos, en las preferencias por determinadas materias y en el número de alumnos que las cursan en bachillerato. Todo ello podría acabar afectando a la propia demanda de los grados universitarios en un proceso circular que no parece muy virtuoso y que, además, puede tener otros efectos secundarios más graves. Por ejemplo, la exotitulación pura que afecta singularmente a la especialidad de matemáticas.

Sean o no muy cordiales, las matemáticas son consideradas muy importantes. De hecho, en el currículo hay muchas horas y muchos años de matemáticas. Desde la educación primaria hasta el último curso del bachillerato, la presencia de esta materia solo es comparable en perennidad con la de la lengua castellana, la lengua extranjera o la religión. Pero, a diferencia de estas, las matemáticas son una disciplina mucho más encadenada. Se puede sobrevivir a una mala racha en aquellas, pero si fallan algunos eslabones de la cadena matemática las probabilidades de sobrevivir a ellas se reducen significativamente. Eso y la profecía autocumplida en que a veces se convierte el temor a las matemáticas hace que para muchos siga vigente aquella vieja advertencia platónica ("Nadie entre aquí sin saber matemáticas") que acaba por desactivar muchas vocaciones hacia las ciencias (Martín Gordillo, 2016).

Lo curioso es que este papel de cancerbero poco cordial que veta el paso hacia los estudios científicos puede estar siendo desempeñado por docentes que no se formaron como matemáticos y que tampoco quisieron (o pudieron) ser profesores de sus propias especialidades. Son los exotitulados más puros: aquellos químicos, físicos, biólogos, economistas y otros graduados que no consiguieron acceder a las especialidades docentes en las que serían parcialmente isotitulados y que, por

una más favorable oferta de plazas en la especialidad de matemáticas y una menor competencia en ella en determinados años, tuvieron un acceso especialmente propicio a una materia de notable complejidad para su enseñanza y para la que no tenían ni una sólida formación inicial (en varias de las especialidades citadas apenas hay una materia de matemáticas en todo el grado) ni una vocación que se decantara más hacia ellas que hacia la especialidad en la que eran titulados. El desequilibrio entre la oferta y la demanda de las especialidades es seguramente la explicación principal del singular fenómeno de la exotitulación en matemáticas.

Aunque no podemos estimar aquí el alcance del fenómeno, sí cabe pensar que el número de matemáticos que acaban siendo profesores de la especialidad Biología y Geología es notablemente menor del número de biólogos que acaban siendo profesores de la especialidad de Matemáticas¹.

La oferta de plazas docentes en las distintas especialidades depende del número de horas que se les asignan en los currículos y parece claro que los biólogos, los geólogos, los químicos, los físicos y los químicos tienen una mayor competencia (en el sentido de competitividad) para acceder a sus correspondientes especialidades docentes que los matemáticos para acceder a la suya. Una asimetría que se entiende (y seguramente hace años era aún más acusada) con solo comparar

1. En un cuestionario piloto sobre temas relacionados con la percepción de la cultura científica que pasamos en 2016 a todo el profesorado de las especialidades de Matemáticas, Física y Química, Biología y Geología, Geografía e Historia, Economía y Tecnología de cinco centros de secundaria de la zona central de Asturias, incluimos una pregunta sobre la titulación universitaria. En esos centros, el 70% de los profesores de Biología y Geología eran biólogos, el 90% de los profesores de Física y Química eran químicos, y poco más del 20% de los profesores de Matemáticas eran matemáticos. La isotitulación (parcial) era del 90% y el cien por cien en las dos primeras especialidades, y la exotitulación era casi del 80% en Matemáticas. En Geografía e Historia, todos eran isotitulados (parciales), y el 70% de los profesores de esa especialidad estaban licenciados o graduados en Historia.

los datos sobre la oferta de plazas universitarias que se incluyen en la tabla 1.

Teniendo en cuenta, además, la polivalencia de la formación de los egresados universitarios de matemáticas para trabajos muy diversos y el hecho de que la suya es, seguramente, la especialidad con mayor presencia en las enseñanzas que se ofertan en otros grados y posgrados (todas las ingenierías y varios grados de ciencias experimentales y sociales incluyen alguna materia de matemáticas en sus primeros cursos) es fácil comprender que la docencia en secundaria puede no ser la primera opción profesional para muchos graduados en matemáticas.

TABLA 1

OFERTA TOTAL DE PLAZAS EN LOS GRADOS RELACIONADOS CON LAS ESPECIALIDADES DOCENTES DE FÍSICA Y QUÍMICA, DE BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA Y DE MATEMÁTICAS EN LOS ESTUDIOS CON LÍMITE DE PLAZAS DE LAS UNIVERSIDADES ESPAÑOLAS EN EL CURSO 2017-2018

	FÍSICA Y QUÍMICA	BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA	MATEMÁTICAS
Grados de la especialidad docente	Química: 2.968 Física: 1.769	Biología: 3.400 Geología: 552	Matemáticas: 1.723
	Total: 4.737	Total: 3.952	Total: 1.723
Otros grados afines	Doble grado Física: 226 Doble grado Química: 144 Grado Ingeniería Química: 2.792	Bioquímica: 909 Biotecnología: 1.257 Doble grado Biotecnología: 10 Doble grado Geología: 40 Ingeniería Biomédica y Biología (ambiental, humana...): 290 Ciencias Biomédicas: 900	Estadística: 594 Doble grado Matemáticas: 281 Doble grado Estadística: 110
	Total: 3.162	Total: 3.406	Total: 985
	Total: 7.899	Total: 7.358	Total: 2.708
	Total: 15.257		

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, disponible en <https://www.educacion.gob.es/notasdecorte/compBdDo>

No es extraño, por tanto, que una especialidad docente como la de Matemáticas, que aparentemente sería propicia

para la isotitulación, acabe siendo seguramente la que más exotitulados tiene entre el profesorado de secundaria. Y esa situación se daría precisamente en la materia que tiene currículos más encadenados, que es más inevitable en cualquier itinerario y a la que (como el valor a los soldados), se le presupone siempre la importancia. Resulta curioso, y seguramente relevante, que sea esa materia, tan central e importante como temida y sacralizada, la que puede estar a cargo de más profesores con menos formación y vocación hacia la disciplina que enseñan.

Los datos de la tabla 1 muestran una desproporción muy significativa en la oferta de plazas entre las especialidades universitarias y las especialidades docentes más concernidas por el fenómeno de la exotitulación. Debe notarse que son datos de acceso que podrían matizarse con los correspondientes al número de egresados y el de quienes finalmente lleguen a optar por profesiones distintas de la docencia. En todo caso, esos datos ponen de manifiesto que la exotitulación en matemáticas, aun siendo probablemente mayor en el pasado, podrá seguir dándose de forma significativa en la próxima década, ya que será a mediados de ella cuando se incorporen a este trabajo los jóvenes que ahora están entrando en esos grados. Así que, en el futuro, podrían mantenerse esos desequilibrios entre la demanda y la oferta de las especialidades docentes de ciencias y seguir afectando a esa cordialidad entre el docente y la enseñanza de su disciplina, que parece condición necesaria para la generación de vocaciones científicas.

EL LUGAR DE LAS MATEMÁTICAS EN EL CONJUNTO DEL CURRÍCULO

Conviene dejar claro que, al resaltar el fenómeno de la exotitulación y su singular presencia en una especialidad que desempeña un papel tan especial como las Matemáticas, no estamos diciendo que los profesores exotitulados hayan de ser

necesariamente menos competentes que los isotitulados. Solo apuntamos una disfunción extraña y no prevista en nuestro modelo de formación inicial y acceso a esta profesión. Una disfunción que podría interferir de algún modo con la familiaridad y cordialidad de las actitudes del docente hacia aquello que enseña y hacia la propia actividad de enseñanza.

Del mismo modo que un profesor de Filosofía, por muy isotitulado que sea, puede ser un mal profesor, también un graduado en Matemáticas puede ser un excelente profesor de Biología y un biólogo puede ser un excelente profesor de Matemáticas. No obstante, si nuestro modelo de formación inicial considera que es ventajoso priorizar las competencias epistémicas sobre las pedagógicas, haciendo que aquellas sean previas y más largas que estas, no parece lógico suponer luego que aquellas no importan nada en el desempeño de la profesión. Ni obviar como irrelevante ese desajuste únicamente en la enseñanza de Matemáticas, justamente la materia más ubicua, más temida y, al decir de muchos, más importante de todo el currículo. Por cierto, también la que genera más educación en la sombra en el sentido señalado en el capítulo anterior.

Lo cierto es que, a la vez que la exotitulación en Matemáticas es un fenómeno prácticamente oculto cuya dimensión y efectos apenas han sido investigados, se ha venido produciendo un notable incremento de la presencia de esta materia en los currículos. Incremento que, precisamente, hace aumentar aquel fenómeno sin que nos paremos a pensar si ese crecimiento, jamás cuestionado, es realmente conveniente.

El caso más extremo se dio en la tramitación final de la LOMCE en el Senado, donde las asociaciones de profesores de Matemáticas y algunos gremios de economistas consiguieron que fueran obligatorias también en el segundo curso de bachillerato para todos los alumnos que no cursaran la modalidad artística o la de humanidades. El argumento era curioso: para impedir que alguien pudiera acceder al grado de Economía sin

haberlas cursado en ese curso había que obligar a todos a cursarlas. Una lógica muy curiosa la de quienes, paradójicamente, dicen defender la importancia de las ciencias formales.

Tratándose de un asunto complejo y sensible sobre el que no podemos extendernos aquí, será mejor presentar unos datos (tabla 2) y formular tan solo unas preguntas.

TABLA 2

PRESENCIA Y CARGA HORARIA DE LAS MATERIAS DE LAS ESPECIALIDADES DOCENTES DE CIENCIAS A LO LARGO DE LA EDUCACIÓN SECUNDARIA (ESO Y BACHILLERATO) CON LA LOMCE (2013)

		FÍSICA Y QUÍMICA	BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA	MATEMÁTICAS
1º de ESO			BG: 4 h/semana	M: 4 h/semana
2º de ESO		FQ: 4 h/semana		M: 5 h/semana
3º de ESO		FQ: 2 h/semana	BG: 2 h/semana	M: 4 h/semana
4º de ESO		FQ: 3 h/semana	BG: 3 h/semana	M: 4 h/semana
		CC: 3 h/semana		M: 4 h/semana
1º de bach.	CC NN	FQ: 4 h/semana	BG: 4 h/semana AA: 4 h/semana	M: 4 h/semana
	CC SS	CC: 3 h/semana		
2º de bach.	CC NN	F: 4 h/semana Q: 4 h/semana	B: 4 h/semana G: 4 h/semana CTM: 4 h/semana	M: 4 h/semana
	CC SS			

Mínimo: 420 h (7% del currículo)

Máximo: 1.680 h (27% del currículo)

Mínimo: 875 h (14%)

Máximo: 875 h (14%)

Materias obligatorias	AA: Anatomía aplicada B: Biología BG: Biología y Geología	CTM: CC Tierra y M. Ambiente F: Física FQ: Física y Química G: Geología	Q: Química M: Matemáticas
Materias opcionales	CC: Cultura Científica		

Nota: Las horas que se indican son las asignadas a cada materia en el Principado de Asturias.

¿Es adecuada la proporción de la presencia de horas y de años de la materia de Matemáticas en el currículo de educación

secundaria en relación con la que tienen el resto de las materias de ciencias? ¿Es bueno que ese campo del saber tenga siempre la misma materia (con idéntico nombre) desde el primer curso hasta el último? ¿Es bueno que nunca sea elegible y siempre sea obligatoria? ¿Es bueno que tengan que cursarla tanto quienes eligen y necesitan esa materia como quienes no la elegirían porque no la necesitarán para sus estudios universitarios o de formación profesional superior tras el bachillerato? ¿Qué efectos tiene todo esto en la formación y en el fracaso de nuestros alumnos? ¿Qué efectos tiene esta inflación curricular en el nivel de exotitulación de su profesorado?

Queda para el lector revisar los datos y responder a estas preguntas. Tan solo convendrá llamar su atención sobre alguno de ellos. Los alumnos españoles tienen un contacto con las ciencias naturales en su educación secundaria que va de las 420 a las 1.680 horas. Es decir, entre el 7% y el 27% del tiempo lectivo total en esos seis años. Podrá discutirse si eso es poco o es mucho, pero hay una horquilla significativa entre el contacto que tienen con esas materias quienes tendrán una formación orientada hacia ese campo y el que tienen quienes solo necesitan unos mínimos de él. Además, los primeros tendrán varias opciones de materias distintas entre las que elegir en función de sus intereses. Sin embargo, todos tendrán el mismo contacto con las matemáticas, una materia que no cambia de nombre y a la que dedicarán todos 875 horas. El mismo tiempo para los que buscan la excelencia en ese campo y también para aquellos a los que les resulta un calvario. Ese tiempo sin horquilla es el doble del que dedicarán a todas las demás materias de ciencias los alumnos que no se dedicarán a ellas. Y más de la mitad del tiempo que dedicarán en total a ellas quienes tengan una clara vocación científica.

Más allá de estos datos y aquellas preguntas también importa el lugar que ocupan hoy las matemáticas en nuestra enseñanza secundaria y, muy particularmente, en el

bachillerato. Un lugar privilegiado con efectos secundarios que al menos convendría valorar.

Como se puede comprobar en la tabla 3, las Matemáticas han pasado de ser una materia de modalidad (por tanto, cursada solo por quienes la elegían) a ser una materia obligatoria. Y ello ha tenido algunas consecuencias no desdeñables. La primera tiene que ver con las materias que han sido eliminadas para hacer que las Matemáticas pasen a ser obligatorias. Esas materias han sido dos. Una en 1º de bachillerato y otra en 2º.

TABLA 3

**CAMBIOS EN EL ESPACIO COMÚN DEL BACHILLERATO DE LA LOE (2006)
A LA LOMCE (2013)**

1º DE BACHILLERATO (LOE)		1º DE BACHILLERATO (LOMCE)	
5 materias obligatorias (comunes)		5 materias obligatorias (4 troncales generales y 1 específica)	
Lengua Castellana y Literatura	3 h	Lengua Castellana y Literatura	3 h
Lengua Extranjera I	3 h	Lengua Extranjera I	3 h
Filosofía y Ciudadanía	3 h	Filosofía	3 h
Educación Física	2 h	Educación Física	2 h
CC para el Mundo Contemporáneo	2 h	Matemáticas I	4 h
2º DE BACHILLERATO (LOE)		2º DE BACHILLERATO (LOMCE)	
4 materias obligatorias (comunes)		4 materias obligatorias (4 troncales generales)	
Lengua Castellana y Literatura	4 h	Lengua Castellana y Literatura	4 h
Lengua Extranjera II	3 h	Lengua Extranjera	4 h
Historia de España	3 h	Historia de España	3 h
Historia de la Filosofía	3 h	Matemáticas II	4 h

Nota: Las horas que se indican son las asignadas a cada materia en el Principado de Asturias.
Fuente: Elaboración propia.

Una de las materias analizadas en el capítulo anterior era Ciencias para el Mundo Contemporáneo, la primera relacionada con la cultura científica que llegó a estar, con la LOE (2006), en el currículo común y obligatorio en toda la historia del bachillerato español. Tal materia desapareció porque su espacio fue ocupado por las Matemáticas, que pasaron de tener

cuatro horas en el ámbito de las materias de modalidad a mantener esa misma carga horaria en el espacio de las materias comunes (ninguna otra materia de ese espacio tiene tantas horas en 1º de bachillerato). La otra materia que desapareció, como materia común de 2º de bachillerato, por la conversión de las Matemáticas en materia obligatoria, fue Historia de la Filosofía, que pasó a ser materia específica para pocos alumnos. Solo algunas regiones la han rescatado luego a costa de reducir el número de optativas elegibles por los alumnos. Eso sí, aunque la Historia de la Filosofía tenía asignadas solo tres horas, se asignaron cuatro horas a la materia recién llegada a ese espacio común.

Si las Matemáticas son o no más convenientes que esas otras materias es algo que al menos cabría discutir. Lo que no parece discutible es la importancia de la acción tutorial. Y ella también se ha resentido muy notablemente por la llegada al espacio común de una materia con tanta carga horaria. Como ha sucedido con las Ciencias para el Mundo Contemporáneo y la Historia de la Filosofía, la nueva ubicación de las Matemáticas ha significado la práctica extinción de la hora lectiva de tutoría en 1º y 2º de bachillerato. De hecho, en las regiones en que sigue existiendo, se ha tenido que aumentar a 31 horas semanales el tiempo lectivo del bachillerato y son pocos los centros que han hallado soluciones mejores que situar en la séptima hora la sesión de tutoría (Martín Gordillo, 2016).

HACIA UNA EDUCACIÓN CIENTÍFICA MÁS CORDIAL

No deja de ser curiosa la escasa relación existente entre la didáctica de las ciencias (tanto naturales como sociales) y la didáctica de las matemáticas. Y la general desatención de ambas a estos temas relacionados con el sujeto que enseña más que con los objetos enseñados. Sin duda, una mayor aproximación

entre las respectivas comunidades académicas y docentes sería muy necesaria. En primer lugar, porque el trabajo es más compartido de lo que parece. Se trabaja en los mismos lugares, los centros educativos, que son mucho más que una suma de aulas, de departamentos o de materias. Y se trabaja con los mismos seres humanos, los alumnos, que son mucho más que depósitos que hay que colmar de enseñanzas.

Repensar la cultura científica en clave cordial es muy importante. Y también lo es hacerlo todos juntos. Sin recelos. Los profesionales de unas especialidades y los de otras. Los isotitulados y también los exotitulados. Buscar esa cordialidad es justamente el propósito de las consideraciones anteriores que solo tienen la pretensión de señalar algunos desajustes sobre unos aspectos en los que abundan los tópicos y escasean los análisis razonados y los matices.

Es justamente eso lo que se intenta con el resto de este libro. El capítulo siguiente será el primer acercamiento en portugués a esa cordialidad pretendida en el ámbito de la educación científica. Y en los siguientes, de carácter más práctico, habrá más proyectos cordiales en portugués y en español. Entre ellos, el del sexto capítulo se centra precisamente en las matemáticas para reivindicar no solo su necesaria cordialidad con el resto de las ciencias, sino también con el arte.

Así que, desvelando aspectos menos visibles y apostando por una profesionalidad docente más reflexiva y más cordial, seguimos adelante. Ahora en portugués...

BIBLIOGRAFÍA

- ESPAÑA (2006): "Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación", *Boletín Oficial del Estado*, 4 de mayo de 2006, pp. 17158-17207.
- (2013): "Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa", *Boletín Oficial del Estado*, 10 de diciembre de 2013, pp. 97858-97921.
- MARTÍN GORDILLO, M. (2016): "Nadie entre aquí sin saber matemáticas", *Escuela*, nº 4099, p. 28.
- (2016): "Rotación de horas en bachillerato", *Escuela*, nº 4107.
- (2017): "Exotitulación", *Escuela*, nº 4127.

**CIÊNCIA, CIDADANIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
NA ESCOLARIDADE BÁSICA: QUE POSSIBILIDADES?
QUE REALIZAÇÕES?**

CELINA TENREIRO-VIEIRA E RUI MARQUES VIEIRA

É hoje comum o confronto constante com notícias, documentários, reportagens e vivências que evidenciam a intrincada relação entre a Ciência e a Tecnologia e o seu impacto na Sociedade. A crescente difusão de informação compele à tomada de consciência, alargada e global, de características das sociedades do mundo contemporâneo, tanto das suas diferenças, como das suas semelhanças. Apanágio dos seus contrastes são as assimetrias na distribuição da riqueza e no acesso a bens e recursos, como é o caso da água potável. Marcante das suas semelhanças é a necessidade de uma gestão mais sustentável dos recursos disponíveis e a procura de soluções para problemas globais que exigem ação individual a nível local, mas também cooperação internacional numa atuação coletiva a nível transnacional. Tais problemas incluem, por exemplo, a perda de recursos ambientais, a escassez da produção alimentar, o não acesso universal a água potável segura e a propagação de epidemias.

Reconhecendo a importância da construção de um mundo marcado por práticas sociais, económicas e políticas de sustentabilidade, que compatibilizem as necessidades humanas, atuais e futuras, com o uso sustentável dos recursos, as Nações Unidas proclamaram o período de 2005-2014 como a Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável (DEDS). No âmago da DEDS residem preocupações relacionadas com o criar oportunidades para que todas as pessoas beneficiem de uma educação capaz de fomentar estilos de vida que conciliem o promover da prosperidade com o proteger o planeta, a fim de se alcançar um desenvolvimento sustentável, superando os efeitos perversos que vão desde a destruição ambiental até às situações de penalização das gerações futuras em relação às presentes.

A educação tem, pois, um papel essencial para que as gerações cresçam com uma forte consciência da necessidade de atuar individual e coletivamente, contribuindo para sociedades mais humanistas e justas de modo a que todos possam ter vidas produtivas e gozar de qualidade de vida, num quadro de desenvolvimento sustentável. A escola, em geral, e o ensino das ciências, em particular, podem e devem contribuir para o edificar e operacionalizar de uma formação globalizante e integral, que permita a cada um compreender alguns fenómenos importantes do mundo em que vive e tomar decisões democráticas de modo informado, numa perspetiva de responsabilidade social partilhada. Decorrente da forte imprevisibilidade que marca os tempos presente e futuro, dado o reconhecimento da intrínca-da relação hoje evidente entre ciência, política, ética e democracia, importa assumir e fomentar o desenvolvimento de saberes fundamentais para uma cidadania mais sustentável. Tais saberes a mobilizar na ação envolvem, de forma intrínca-da e articulada, conhecimentos científicos, atitudes e valores e capacidades de pensamento, designadamente de capacidades de pensamento crítico.

PENSAMENTO CRÍTICO, CLARIFICAÇÃO DE VALORES E DESENVOLVIMENTO DO RACIOCÍNIO MORAL: DE QUE FALAMOS?

Nos últimos anos, em vários países democráticos, tem-se assistido à tomada de consciência da importância do pensamento crítico. No caso Português, por exemplo, este tipo de pensamento é uma das dez competências incluídas no “Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória”¹.

Mas existem variadas e diferentes concetualizações que se podem, por exemplo, encontrar em Tenreiro-Vieira e Vieira (2014), muitas delas derivadas das diferentes correntes que estudam o Pensamento Crítico. Uma delas e que tem sido usada em contexto de educação, formação e investigação, designadamente em Portugal, é a desenvolvida por Ennis (2013). Para o autor o Pensamento Crítico: 1) é uma forma de pensamento racional, reflexivo, focado no decidir em que acreditar ou o que fazer; e 2) envolve tanto disposições, que dizem respeito aos aspetos mais afetivos, como capacidades, que reportam a aspetos mais cognitivos.

Mas, como evidencia a investigação realizada nas últimas duas décadas e sistematizada por Vieira e Tenreiro-Vieira (2016), para se pensar criticamente também são necessários conhecimentos e normas ou critérios, dado que o contexto em que ocorre o pensamento crítico desempenha um papel importante na determinação do que conta como aplicação racional de normas para a avaliação das capacidades, enquanto critérios de qualidade do pensamento.

Estes autores têm vindo a investigar o potencial de diferentes estratégias e atividades de aprendizagem na promoção do pensamento crítico dos alunos, como os estruturadores gráficos, os debates e os ensaios argumentativos. Todavia, como também evidencia o estudo que realizaram (Vieira e Tenreiro-Vieira,

1. Despacho n.º 6478/2017, de 26 de julho.

2016), as estratégias só serão promotoras do pensamento crítico se tiverem essa orientação explícita e intencional para promover capacidades e disposições.

Tal como o pensamento crítico, a complexidade da dimensão das atitudes e valores na educação exige o contributo de diferentes campos do saber e o trabalho coerente de e em equipas interdisciplinares. Os autores citados verificaram que existe pouca investigação recente no campo das atitudes e valores em diversos contextos, de que são exemplo, a formação de professores, suas repercussões nas práticas pedagógica-didáticas e, conseqüentemente, os seus efeitos nos alunos.

Mas, autores como Valente (1992), desde a última década do século XX, avançam com propostas de quadros teóricos para esta dimensão de competência; uma delas é a denominada "Clarificação de Valores" de Louis Raths, Simon Sidney e Merrill Harmin. Esta abordagem preconiza que: 1) não existem valores absolutos, sendo estes dependentes do contexto cultural; 2) cada indivíduo é capaz de fazer escolhas sobre os valores que considera serem mais importantes para si; e 3) nem sempre a pessoa tem consciência desses valores. Em todo este processo e por forma a apoiar na clarificação de valores são apontadas diversas atividades como, por exemplo, o "Brasão de Armas Pessoal" e as "Folhas de valores".

REALIZAÇÕES EM SALA DE AULA: POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES

Assumindo o desafio de nas aulas de ciências contribuir para a formação das crianças e dos jovens comprometidos com uma participação cidadã efetiva numa sociedade marcada pelas implicações da Ciência e da Tecnologia, onde as decisões pessoais não são isentas de valores por envolverem, comumente, questões económicas, sociais, ambientais e culturais, indagou-se acerca de possibilidades de realização de tal desiderato. Tal

despoletou o desenvolvimento de atividades de ciências centradas em problemáticas de educação para o desenvolvimento sustentável que proporcionem oportunidades para os alunos vivenciarem a participação/ação cidadã, mobilizando conhecimentos científicos, atitudes e valores e capacidades de pensamento, em particular capacidades de pensamento crítico, tendo por base os referenciais explicitados no ponto anterior. Nesta sequência destacam-se atividades como “Brasão de armas pessoal” e “Folha de valores”, debates e escrita de ensaios argumentativos sobre questões socio científicas atuais e, sobretudo, controversas. As atividades foram implementadas no contexto de sala de aula de turmas do segundo ciclo do ensino básico (10-12 anos) e realizadas, na sua maioria, individualmente.

BRASÃO DE ARMAS PESSOAL: SUSTENTABILIDADE DA TERRA

Uma das atividades desenvolvidas corresponde a uma adaptação da atividade “Brasão de Armas Pessoal”, na esteira do sugerido por (Raths, Harmin e Simon, 1978) no quadro da abordagem da clarificação de valores. Assim, partindo de um esquema de um brasão de armas com seis seções, os alunos puderam expressar, maioritariamente por desenho, os seus valores a propósito da sustentabilidade do planeta Terra.

Quando confrontados com a atividade, a generalidade dos alunos evidenciou forte adesão, envolvendo-se ativa e entusiasticamente na resposta ao solicitado em cada uma das seções do brasão. Após tal, os alunos tiveram oportunidade de expor o seu brasão à turma, o que configurou uma oportunidade profícua de partilha e discussão das suas produções. O exemplo a seguir incluído ilustra realizações de um aluno na sua concretização (figura 1).

FIGURA 1

PRODUÇÃO DE UM ALUNO NO BRASÃO DE ARMAS

1. Elabora o teu "Brasão de Armas", de acordo com as seguintes indicações:

<p>Quando desenhos e/ou palavras representam na ...</p> <p>Seção 1: ... o que significa para ti a expressão: "sustentabilidade do planeta Terra?"</p> <p>Seção 4: ... aquilo em que gostarias que todas as pessoas se empenhassem para tornar a Terra um planeta mais sustentável?</p>	<p>Seção 2: ... aquilo em que te empenharias agora para tornar a Terra um planeta mais sustentável?</p> <p>Seção 5: ... algo em que pensas que tens sido bom a contribuir para a sustentabilidade do planeta Terra.</p>	<p>Seção 3: ... aquilo em que pensas que a tua família se empenharia agora tornar a Terra um planeta mais sustentável?</p> <p>Seção 6: ... um slogan que gostarias muito de usar a favor da Terra como um planeta mais sustentável?</p>
--	---	---

Brasão de Armas Pessoal

Neste registo destacam-se conceções sobre a sustentabilidade (seção 1), a importância de andar a pé em vez de automóvel (seção 5) e o slogan a "Usar a favor da terra como um planeta mais sustentável" (seção 6) traduzido em "Não penses no agora, pensa no depois".

FOLHA DE VALORES: PRIORIZAÇÃO DE VALORES E TOMADA DE DECISÃO/POSIÇÃO

Tendo por base sugestões inseridas na abordagem da clarificação de valores, como apresentado por autores como (Raths et al., 1978) foram desenvolvidas atividades com foco em questões socialmente relevantes que envolvem Ciência e Tecnologia, e que confrontavam o aluno com a necessidade de clarificar

valores e priorizá-los no contexto do decidir uma ação, aduzindo razões para tal. Exemplo disso é a atividade “Folha de Valores: Priorização de valores e tomada de decisão/posição”. De salientar que durante a realização da atividade, alguns alunos solicitaram o professor para partilhar as suas hesitações e indecisões, explicitando razões a favor e contra decidir e fazer escolhas num determinado sentido. Neste contexto, o professor ouviu atentamente os alunos, de modo a orientá-los para perscrutarem o seu pensamento e clarificarem para si mesmos as diversas ideias, incluindo as que mais e menos valorizavam e porquê.

FIGURA 2
PRODUÇÃO DE UM ALUNO NA FOLHA DE VALORES

Data: 5/3/18

Definição – As pessoas, em geral, estão preocupadas em acabar com a fome. Para isso, consideram importante aumentar a produção agrícola, mas têm que ter em conta a prática de uma agricultura sustentável; isto é, uma agricultura que tenha em o uso de técnicas e métodos apropriados e que tenha em conta a conservação do solo, dos reservatórios de água e do seu qualidade; da biodiversidade animal e vegetal.

1. A coluna “Estratégias” do quadro seguinte dá conta de várias práticas agrícolas alternativas à agricultura tradicional.

Estratégia	Características	
Agricultura biológica	Diversificação e rotação de culturas; adubação com adubos orgânicos (estrume fecho com dejetos de animais e restos de plantas); métodos naturais para combater pragas, como o uso de armadilhas, com fitas amarelas, que atraem pragas. Não se faz uso de produtos de síntese química como fertilizantes e pesticidas sintéticos.	1
Agricultura Natural	Adopta-se em conjuntos naturais, para manutenção de solo fértil, em simbioses, de diferentes plantas no mesmo terreno. Uso de práticas como a sementeira direta e o não arar para as ervas daninhas, uso de ervas prejudiciais às sementeiras.	1p
Agricultura biodinâmica	Uso, reciclagem e utilização de recursos de forma integrada, conjugando, por exemplo, a produção animal e a produção vegetal. Preparação do solo para a sementeira usando restos de plantas, misturas e dejetos de animais.	2
Agricultura Permacultura	Cultivo de plantas aliado à produção de animais, integrando lavoura, com espécies florestais e pastagens e outros espaços para os animais. Práticas de produção, de modo a reduzir a intervenção do ser humano, aproveitando as condições e os recursos naturais locais da melhor maneira possível.	3

2. Na última coluna do quadro, ordene as estratégias apresentadas, da que corresponde a uma agricultura mais sustentável para a que corresponde a uma agricultura menos sustentável; sendo 1 – mais sustentável e 4 – menos sustentável.

2.1. Justifica a que escolheste como a que corresponde a uma agricultura mais sustentável (número 1)

Cu escolhi a agricultura biológica por não se utilizar produtos químicos, sendo por isso, mais natural. Não está dependente para nada de produtos químicos, não se utilizam adubos sintéticos, e o controle de pragas, doenças, e doenças é feito com produtos naturais de origem vegetal.

2.2. Justifica a que escolheste como a que corresponde a uma agricultura menos sustentável (número 4)

Não escolhi a agricultura menos sustentável porque não escolhi nenhuma das opções. As plantas são utilizadas para alimentar os animais, e os animais são utilizados para produzir produtos. Não se utiliza produtos químicos, e o controle de pragas, doenças, e doenças é feito com produtos naturais de origem vegetal.

3. Completa o quadro seguinte.

a) Na coluna “Ações” a que está disposto a alterar nos seus hábitos de consumo, nomeadamente os relacionados com o uso de produtos agrícolas (na alimentação...)

Ações	A	B	C ou S	S
Consumo de produtos de origem animal			C	
Consumo de produtos de origem vegetal			C	X
Consumo de produtos de origem vegetal				

b) Na coluna “R” escreve uma cruz à frente das ações que envolvem algum risco (físico, emocional...)

c) Na coluna “C ou S” escreve um C à frente das ações que gostarias de realizar em conjunto com outras pessoas ou um S à frente daquelas que gostarias de realizar sozinha.

d) Na coluna “S” escreve uma cruz à frente das ações que pensas que não estarías presta lista toda à cinco anos.

Fonte: <http://www.quepasa.pt/ingles/agricultura-sustentavel/3123-folha-de-agricultura-sustentavel/>

Tal estratégia mostrou-se uma ajuda relevante para os alunos progredirem no pensar por si próprios, e fazerem escolhas de acordo com o que pensam, sentem e valorizam. Deste modo os alunos tiveram também oportunidade de se consciencializar que, em muitos contextos de vida, decidir e fazer escolhas pode ser

um processo complexo mas, mesmo assim, não devemos abdicar de o assumir publicamente.

A ilustrá-lo, incluem-se, figura 2, produções dos alunos no âmbito de uma das atividades desenvolvidas com tal foco.

A clarificação de valores (questão 1) e mobilização de capacidades (questão 2 e 3) para a mudança de hábitos (questão 3) são evidenciadas nestas respostas com projeção para um futuro próximo – “daqui a cinco anos”.

ESCRITA DE ENSAIOS ARGUMENTATIVOS

A escrita de ensaios argumentativos configura um tipo de atividade potencialmente favorável à participação cidadã, porquanto cria oportunidades para os alunos, mobilizando saberes, tomarem posição a propósito de questões sociais. Nesse sentido, as questões-problema subjacentes a este tipo de atividade foram selecionadas de modo a atender a interesses e necessidades dos alunos, configurando oportunidades de aprendizagens úteis e utilizáveis no quotidiano.

Em termos gerais, este tipo de atividade foi concretizado criando um percurso de sucessivos momentos: 1) explicitar a questão e defender uma dada conclusão/tese/afirmação ou fazer uma proposta precisa, atendendo ao significado de termos chave; 2) apresentar razões relevantes que suportem essa conclusão; 3) responder a pontos de vista opostos e a fraquezas de argumentos fornecidos considerando alternativas; e 4) resumir a posição, sintetizando as razões a favor e a refutação das razões contra a tese defendida. No sentido de maximizar a tomada de posição racional e esclarecida sobre cada questão subjacente ao ensaio argumentativo, foram realizadas atividades prévias de pesquisa e organização de informação pertinente com respeito a temáticas ou problemáticas enquadradoras da questão em apreço. Neste enquadramento, incentivou-se o procurar estar informado, usando fontes

diversificadas credíveis, previamente avaliadas como tal que permitissem um enquadramento da questão sob diferentes perspectivas, de modo a viabilizar a construção de uma visão alargada. Na análise de informação nas fontes pesquisadas, os alunos foram orientados e encorajados a identificar e selecionar informação científica relevante; a distinguir questões a que a ciência pode e não pode responder; a ajuizar sobre a validade da evidência; a relacionar evidência e conclusões, procedimentos essenciais na tomada de decisões a nível pessoal, social ou global.

De realçar que no âmbito deste tipo de atividades, inicialmente, os alunos denotaram uma forte tendência para evitar tomar claramente uma posição a favor ou contra, tendendo a argumentar que, por um lado, defendiam a posição "sim" e por outro a posição "não". Tal constatação criou oportunidades para clarificação de que a tomada de decisão exige considerar alternativas e pesar razões a favor e contra, configurando um processo exigente e muitas vezes envolto em conflito de interesses e permeado por valores.

Com frequência, os alunos solicitavam também o professor para partilharem, oralmente, o que pensavam. Ao fazê-lo, em muitos casos denotavam necessidade de confirmação ou anuência por parte do professor. Ora, ao invés de responder diretamente às questões do aluno ou pedidos de confirmação das suas posições, o professor procurou formular novas questões intencionalmente promotoras de capacidades de pensamento crítico ligadas à clarificação, elementar e elaborada, que os ajudassem a avaliar as limitações e potencialidades da sua argumentação e comunicação.

Progressivamente os alunos foram denotando o assumir de tomada de decisão, mediante o considerar, comparar e pesar razões a favor e contra, evidenciando consciência de que em muitas situações há razões fortes a favor sobre diferentes pontos de vista. Várias respostas de alunos evidenciam claramente a mobilização de conhecimentos e capacidades de pensamento crítico relativas à argumentação, tais como ser capaz de assumir uma tese ou conclusão e apresentar razões que a suportam.

DEBATES

Outro tipo de atividades foram os debates a propósito de questões-problema, potencialmente do interesse dos alunos, que envolvem Ciência e Tecnologia e socialmente relevantes. Este tipo de atividade afigura-se potencialmente favorável à vivência de situações de cidadania, porquanto para que as possibilidades que a Ciência e a Tecnologia oferecem (e continuarão a oferecer) à humanidade se utilizem em benefício de todos e não só de uns poucos, requer (e impõe) uma população com conhecimento e compreensão suficientes e capaz de mobilizar atitudes e capacidades de pensamento para seguir e se envolver em processos de tomada de decisão e em debates públicos sobre problemáticas científicas e tecnológicas e sobre questões que estas problemáticas colocam a cada indivíduo, como pessoa e profissional, e à sociedade como um todo.

Na operacionalização deste tipo de atividade procurou-se criar múltiplas oportunidades de modo que os alunos tivessem reais possibilidades para clarificarem o que valorizam, apresentarem ideias, ouvirem diferentes pontos de vista, considerarem alternativas, fornecerem evidência lógica e racional de suporte às suas perspectivas e avaliarem argumentos com base em princípios racionais e não arbitrários. Nesse sentido, procurou-se dar tempo aos alunos de preparação para, por exemplo, realizarem atividades de pesquisa de informação em fontes credíveis e relevantes, nomeadamente, para o fazer e avaliar juízos de valor informados sobre assuntos, problemáticas ou questões que afetam a sociedade, bem como sobre argumentos aduzidos por especialistas e/ou quanto à posição assumida por políticos acerca desses assuntos.

Além disso, no contexto da realização do debate propriamente dito, procurou-se orientar o debate mantendo a interação verbal do professor no mínimo possível e resistindo ao estabelecer pontos de vista pessoais e procurando estimular a

participação produtiva de todos, com base em questões que exijam o uso de capacidades de pensamento crítico para organizar o conhecimento que possuem, sobre teses e razões. Em acréscimo, no decurso do debate, e sempre que considerado relevante, promoveram-se momentos de síntese, salientando os diferentes pontos de vista em presença, as razões a favor e contra cada um deles e incentivando os alunos a equacionarem a questão em debate, sob pontos de vista ainda não considerados. Para finalizar o debate os alunos foram solicitados a resumir: a questão em foco; os pontos de vista defendidos; os argumentos e contra-argumentos apresentados; e a evidenciar aspetos que precisam de clarificação e aprofundamento, configurando-se estes como novas questões para debate, discussão ou pesquisa (Tenreiro-Vieira e Vieira, 2014).

De realçar que, à semelhança do observado em muitos contextos do dia-a-dia, os alunos, sobretudo nas primeiras atividades de debate realizadas, evidenciaram dificuldades em comunicar e estabelecer interações com os colegas, enquadradas pelo respeito por diferentes pontos de vista e pelos seus defensores. Comumente tendiam a interromper a exposição de colegas, denotando não ouvir e não considerar seriamente outros pontos de vista além do seu.

De forma progressiva, a propósito de uma dada questão-problema, como os alunos após terem defendido uma dada posição, foram desafiados a defender a posição oposta, aquela tendência foi-se desvanecendo.

Assim, é de realçar a importância deste tipo de atividades numa formação para a participação cidadã em sociedades plurais e humanistas. Os debates em que foram envolvidos fomentaram a capacidade de os alunos comunicarem eficazmente, afigurando-se tal como resultado do suporte e incentivo do professor pelo assumir de voz ativa nos debates sobre assuntos, problemáticas e questões socialmente relevantes e que envolvem Ciência e Tecnologia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades que aqui se apresentaram para a Educação em Ciências no ensino básico, mais particularmente para alunos do segundo ciclo (10-12 anos), estão integradas no quadro de uma educação para o Desenvolvimento Sustentável, que além dos conhecimentos científicos, também releva a promoção de capacidades de pensamento, em particular capacidades de pensamento crítico, e o desenvolvimento de atitudes e valores a mobilizar de forma integrada e articulada, na ação nos diferentes contextos e situações de vida.

De um modo global, as atividades desenvolvidas e acima mencionadas, incitaram à envolvimento e vivência de situações de participação cidadã, de forma aberta e flexível, procurando atender aos níveis cognitivos e ao ritmo da globalidade dos alunos. Estas atividades potenciaram, na generalidade dos alunos, a necessidade de construir conhecimento científico, clarificar atitudes e valores e mobilização de capacidades de pensamento crítico ligadas ao decidir uma ação e à construção de argumentação.

As diferentes atividades propostas despoletaram, desde o início, a curiosidade, o interesse e a adesão dos alunos que, retrospectivamente, as consideraram motivadoras, desafiantes e produtivas, porquanto permitem aprender e conhecer melhor os outros e a si próprios. Não obstante tal, denotou-se, inicialmente, uma tendência para evitar assumir, de forma clara e aprofundada, posições, opiniões e decisões pessoais. Também se constatou, sobretudo numa fase inicial, que alguns alunos se escusavam a explicitar e a partilhar as suas posições, enquanto outros tendiam a fazê-lo prontamente procurando impor a sua perspectiva, muitas vezes, recorrendo a falácias como o apelo à autoridade.

Decorrente da natureza e do formato das atividades em conjugação com linhas orientadoras da ação do professor seguidas no contexto da implementação das mesmas, as produções dos alunos evidenciam que, progressivamente, estes foram

sendo mais proativos, impondo-se um percurso em direção à tomada de decisão e ao fazer escolhas de forma esclarecida e racional, em respeito por valores que reconhecem defender e priorizar.

Assim, numa perspetiva de formação para a cidadania e desenvolvimento sustentável, na educação em ciência, os alunos devem ter oportunidade de ser confrontados com assuntos e problemáticas globais com marcas de contemporaneidade, atrativos, entre outros, pela sua utilidade pessoal e social, bem como pela controvérsia que provocam em torno do uso (abuso) dos produtos da investigação científica e tecnológica, incluindo investigação com fins humanos e sociais.

A probabilidade de os alunos se tornarem cidadãos ativos é substancialmente aumentada encorajando-os a agir agora (na escola) e dando-lhes oportunidades para o fazerem. Os exemplos de atividades de aprendizagem aqui descritas proporcionaram oportunidade de construção e mobilização de conhecimentos e capacidades de pensamento na vivência de situações prospetivas de participação cidadã. Permitiram aos alunos sentir necessidade de recolher e tratar informação e mobilizar conhecimentos, assim como o agir consciente de que a tomada de decisão, designadamente sobre assuntos tecnocientíficos de interesse social, é influenciada por vários fatores, que incluem conhecimento *de* ciência e *sobre* ciência, normas e atitudes e valores, assim como aspetos culturais, sociais e políticos.

BIBLIOGRAFIA

- ENNIS, R. H. (2013): "Critical thinking across the curriculum: The Wisdom CTAC Program", *Inquiry: Critical Thinking across the Curriculum*, vol. 28, nº 2, pp. 25-45.
- TENREIRO-VIEIRA, C. e VIEIRA, R. M. (2014): *Construindo práticas didático-pedagógicas promotoras da literacia científica e do Pensamento Crítico*, Madrid, Organização dos Estados Ibero-americanos [disponível em <http://www.iberenciaoei.org/doc2.pdf>].
- VALENTE, M. O. (1992): *A escola e a educação para os valores - Antologia de Textos* (2ª ed.), Lisboa, Universidade de Lisboa.
- VIEIRA, R. M. e TENREIRO-VIEIRA, C. (2016): "Teaching Strategies and Critical Thinking Abilities in Science Teacher Education", em G. Gibson (ed.), *Critical Thinking: Theories, Methods and Challenges*, Estados Unidos, Nova Science Publishers, pp. 77-98.

SEGUNDA PARTE
PROYECTOS EDUCATIVOS
PARA UNA CIENCIA CORDIAL

ERA UMA VEZ UM CENTRO DE CIÊNCIA QUE VIVIA NUMA ESCOLA... E DEPOIS?

ANA V. RODRIGUES, DIANA OLIVEIRA E FERNANDA COUCEIRO

INTRODUÇÃO

Era uma vez um Presidente de Câmara de uma Vila do interior Centro de Portugal que desejava construir uma escola do 1º Ciclo do Ensino Básico (CEB)¹ inovadora e com uma forte aposta na educação em ciências. Assim, em 2006 resolveu contactar uma universidade e um atelier de arquitetura para, em conjunto com a autarquia, a direção do agrupamento, professores, pais, alunos e restante comunidade pensarem colaborativamente nessa ideia de escola de exceção, de qualidade e de abertura ao futuro.

O projeto de escola que aqui se fundamenta, resultou da cooperação estabelecida entre a Câmara Municipal de Vila Nova da Barquinha (VNB)² e o Departamento de Educação e Psicologia (DEP)³ da Universidade de Aveiro. No âmbito do protocolo entre estas duas entidades e através de um singular e original

1. Crianças dos 6 aos 10 anos.

2. Câmara Municipal de Vila Nova da Barquinha: <http://www.cm-vnbarquinha.pt/>

3. Departamento de Educação e Psicologia: <http://www.ua.pt/dep/>

trabalho cooperativo com o Gabinete de Arquitetura⁴, as ideias e conceções pedagógicas foram materializadas. Criou-se assim uma escola única: nela vive um Centro de Ciência, o Centro Integrado de Educação em Ciências (CIEC)⁵. O CIEC é assim parte integrante de uma escola inovadora: a Escola Ciência Viva (ECV) de Vila Nova da Barquinha⁶. Trata-se, por isso, de um espaço de educação não-formal de ciências inserido numa instituição de educação formal, resultado de uma perspetiva inovadora de organização da educação em ciências.

Um projeto desta natureza permitiu articular a teoria com a prática, a qualidade dos espaços escolares com a qualidade das aprendizagens dos alunos. Isto porque a aposta na Educação também passa pela qualificação das infraestruturas escolares. Por outro lado, este projeto foi também a prova viva de que a inovação, neste caso educativa, depende sobremaneira de uma interação articulada entre vários parceiros, com interesses diferentes, i. e., de vários *stakeholders* que representam diversas partes interessadas com interesses legitimamente distintos.

DA VISÃO À CONSTRUÇÃO

Formalizada a parceria em protocolo assinado a 3 de julho de 2007, a equipa pluridisciplinar começou a conceptualizar de forma mais aprofundada a sua ideia de escola. A conceção do projeto do Centro Escolar de Vila Nova da Barquinha teve como preocupações principais criar ambientes integrados de educação formal e não-formal, estimular a abertura da escola à

4. Ateliê Aires Mateus e Associados. O Arquiteto Manuel Aires Mateus venceu o Prémio Pessoa 2017. O edifício da Escola foi candidato ao Prémio Obra do Ano 2017, promovido pelo site "ArchDaily" (Brasil) (Universidade de Aveiro, 2017).

5. Centro Integrado de Educação em Ciências (CIEC): <http://www.ciec.vnb.pt/>

6. Escolas Ciência Viva: <http://www.cienciaviva.pt/escolascienciaviva/>; ECV: <http://escolasbarquinha.pt/index.php/as-escolas/escola-ciencia-viva>

comunidade, fomentar atitudes e práticas colaborativas entre todos os que a habitam, frequentam e fruem, na perspectiva de que o espaço escolar também ensina, e onde até os corredores podem ser “ruas de aprendizagem”.

Foram vários os princípios estruturantes que nortearam a fase de concepção do projeto e que assentaram nas orientações resultantes da investigação em educação (formal e não-formal) nos primeiros anos de escolaridade, nas orientações políticas relativas à educação e às edificações escolares e na realidade social de VNB (população escolar, escolas de 1º CEB existentes e suas necessidades, Carta Educativa Concelhia, projetos educativos dos agrupamentos de escolas e seus planos de atividades). O projeto foi também um processo participado pelos diferentes atores nele envolvidos e constituiu-se, ele próprio, objeto de investigação⁷.

O edifício foi projetado como um “espaço para viver” com elevado grau de flexibilidade que permite conjugar várias áreas e modos de aprendizagem. Foi então inaugurada, a 17 de abril de 2012, a ECV de Vila Nova da Barquinha, concebida de acordo com a seguinte ideia de escola que orientou o projeto: uma Escola de média dimensão; uma Escola aberta à comunidade; uma Escola segura; uma Escola *hands-on, minds-on and hearts-on*, inteira e a tempo inteiro.

Não se trata de uma escola formada por um conjunto de salas. É antes um conjunto de espaços que formam uma escola: áreas de extensão inter-turmas e espaços de turma; laboratório de ciências; atelier das artes; atelier das línguas; ginásio; espaços polivalentes; biblioteca infantil; CIEC; gabinetes e áreas de reuniões de professores; átrios e zonas de circulação interiores e exteriores; e espaço exterior.

Contudo, rapidamente se vislumbrou que o espaço físico, em si mesmo, e apesar da sua importância, não seria suficiente

7. Confira-se, a este propósito: Rodrigues, A. V. (2011).

para a concretização desta ideia de escola. Desta forma, concebeu-se e desenvolveu-se, entre 2007 e 2009, um programa de formação contínua para todos os professores (17) que viriam a integrar a escola (Universidade de Aveiro, 2017). Assim, enquanto as ideias ganhavam forma com a edificação das infraestruturas, atuava-se nas práticas dos professores que a iriam timonar, no desafio permanente de ensinar Ciência de forma experimental (Município de Vila Nova da Barquinha, 2013). Ao longo destes anos, a formação foi reforçada por solicitação dos próprios professores, tendo sido realizada, em 2015, uma nova oficina de formação⁸ sobre práticas integradas de educação em ciências. Para além disso, foi desenvolvido uma proposta curricular específica para o ensino das ciências na ECV (1º CEB), produto de um trabalho de investigação⁹.

PERSPETIVA INTEGRADA DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Para o desenvolvimento efetivo da literacia científica dos cidadãos, é necessário ter em consideração que, por um lado, a educação em ciências começa muito antes da entrada na escola e que, por outro lado, quando se inicia a escolaridade, não se passa a aprender só na escola.

A educação formal e a não-formal são, tradicionalmente, entendidas como ambientes distintos e independentes. Mais recentemente, verifica-se a tendência para uma perspetiva em que se defende uma articulação entre o ambiente formal e não-formal, nomeadamente através de visitas de estudo. Numa posição

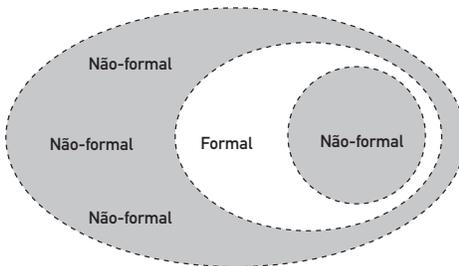
8. Para mais informações, conferir: Rodrigues, A. V. e João, P. (2016): "Práticas Integradas de Educação em Ciências: um programa de formação contínua para professores com cariz CTS", *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología Y Sociedad*, 11 (33), pp. 181-202, ISSN 1850-0013.

9. Para mais detalhes consultar: Costa, M. A. (2016): *Ensino de ciências: uma proposta de organização temática para o 1º CEB* [dissertação de mestrado não publicada], Aveiro, Universidade de Aveiro. Disponível em <http://hdl.handle.net/10773/18467>

disruptiva com a ortodoxia vigente, neste projeto defende-se a emergência de uma nova relação (figura 1), propondo-se uma perspectiva de organização do ensino das ciências que, mais do que articula, integra o formal e o não-formal, assumindo-se claramente que existem outras possibilidades de se organizar o ensino das ciências que permitem melhorar o processo de ensino e de aprendizagem.

FIGURA 1

ABORDAGEM INTEGRADA DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS
SUBJACENTE AO CIEC



Fonte: Elaboração própria.

Deste modo, o CIEC corporiza uma proposta integradora da educação em ciências. A integração é o conceito-chave deste ambiente, cabendo ao CIEC a promoção de ações de integração entre todas as iniciativas de educação de ciências que ocorram dentro e fora do espaço escolar. Uma das vias para a efetiva integração com o meio envolvente¹⁰ ocorre através da organização de roteiros integrados de educação em ciências, com cariz

10. O CIEC tem um papel fundamental na promoção de outros espaços locais e regionais, tanto de educação em ciências (ex. Centro Ciência Viva de Alcanena (CCV) - Carsoscópio; CCV de Constância - Parque de Astronomia; hortos; Centro de Interpretação de Arqueologia do Alto Ribatejo), como espaços com potencial para a exploração das ciências institucionais (ex. barragem de Castelo de Bode, eclusa de Belver, salinas de Rio Maior, escola de tropas paraquedistas, estação de tratamento de águas residuais de VNB, rio Tejo, castelo de Almourol) nos/com os quais se desenvolvem atividades através de parcerias.

predominantemente CTSA: Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

O desenvolvimento do espaço físico CIEC, pelo seu carácter original, revelou-se como um desafio constante ao longo das diferentes etapas, quer em relação à procura de soluções mais adequadas, quer na delimitação dos procedimentos metodológicos para as obter. Constituiu-se uma grande equipa de trabalho multidisciplinar, organizada em equipas parcelares¹¹ com características e papéis específicos. Foram imensos e diversificados os procedimentos metodológicos e ações desenvolvidas no âmbito das diferentes fases do projeto CIEC, entre elas: análise de documentos estruturantes ao nível do contexto local; análise da literatura; visitas a centros de ciência nacionais e estrangeiros; contactos, reuniões e entrevistas a diferentes entidades, especialistas e partes interessadas; processos de testagem, validação e solicitação de pareceres sobre os protótipos; e apresentação e discussão do projeto com a comunidade e em encontros científicos nacionais e internacionais.

DA CONSTRUÇÃO AO FUNCIONAMENTO DO CIEC

Inaugurado a 6 de janeiro de 2013, o CIEC situa-se dentro de uma escola, a ECV, e em termos físicos é constituído por um laboratório de ciências, uma sala de apoio, um espaço de educação não-formal de ciências e uma área exterior constituída pelo espaço “Cultivar Ciência” (“Pomar Tutti Frutti”, “Jardim com sentido(s)” e “Horta (con)vida”) e por módulos interativos exteriores.

11. A equipa nuclear de conceção, gestão e supervisão do projeto foi composta por dois elementos da autarquia de VNB (Presidente da câmara e Vereador da cultura e da educação) e quatro elementos do CIDTFF sediado no DEP da UA. As equipas parcelares foram de 5 áreas: arquitetura; design de exposições; apoio aos conteúdos (membros da comunidade, professores, pais, empresas, instituições de educação e divulgação de Ciência); jurídico-financeira; e produção e montagem das exposições.

ESPAÇO FORMAL DO CIEC: LABORATÓRIO DE CIÊNCIAS PARA O 1º CEB

A proposta de laboratório¹² que se apresenta no presente estudo foi concebida especificamente para o ensino formal das ciências no 1º CEB, porém com uma versatilidade tal que permite o desenvolvimento de atividades de cariz não-formal para todas as idades. A educação em ciências, nos primeiros anos de escolaridade, deve ser desenvolvida através de múltiplas oportunidades de realização de atividades práticas, incluindo trabalho do tipo investigativo, e não meramente através da aquisição de conceitos canónicos (Osborne e Dillon, 2008; Rocard *et al.*, 2007). As experiências laboratoriais, para além de fazerem parte da própria natureza da ciência, são fundamentais para o desenvolvimento cognitivo dos indivíduos.

O laboratório do CIEC possui uma área total de 56 m² e foi planificado para uma ocupação máxima de 30 crianças.

Todo o espaço, mobiliário e equipamento foram planificados e concebidos originalmente, visando a flexibilidade, a circulação no espaço, a segurança a facilitação do acesso aos equipamentos e materiais de laboratório de forma autónoma e segura pelas crianças (tabela 1).

Anexo ao laboratório existe uma sala de apoio que serve de suporte ao laboratório e ao espaço de educação não-formal do CIEC, encontrando-se delimitada lateralmente por estes dois espaços. Tem a função de alojamento, arrumação e manutenção de equipamentos, eletrodomésticos, materiais de laboratório, dispositivos da exposição do espaço não-formal.

12. Para mais detalhes, consultar Rodrigues, A. V. e Martins, I. P. (2015): "Desenvolvimento de um laboratório de ciências para os primeiros anos de escolaridade", *Interações*, 11 (39), pp. 368-380. Disponível em <http://revistas.rcaap.pt/interaccoes/article/view/8744/6303>

TABELA 1

DESCRICHÃO JUSTIFICATIVA DAS CARACTERÍSTICAS DO LABORATÓRIO DO CIEC

CARACTERÍSTICAS	JUSTIFICAÇÃO
Mobiliário com rodas e sistema de travão	Facilita a mobilidade e permite uma organização versátil da disposição
Armários com fechadura e sistema de chave mestra	Promove uma gestão reguladora do acesso aos recursos
Armários com calhas no interior	Possibilita uma utilização versátil da arrumação interior do armário
Um armário-pio por cada mesa/grupo de trabalho	Evita esperas prolongadas e/ou aglomerados de crianças em torno de uma única pia
Seis mesas de trabalho para um máximo de cinco elementos cada	Equilibra as necessidades de diversidade, produtividade e coesão
Dois armários-bancada iguais e com os mesmos recursos	Permite que um sirva os três grupos de trabalho e o outro os restantes três
Armários bancada com portas em acrílico transparente	Promove a familiarização com os materiais, recursos, equipamentos e instrumentos
Armário embutido na parede para acondicionar batas, casacos e mochilas	Situado à entrada do laboratório, promove a ordem e organização do espaço
Mesas de trabalho com uma prateleira debaixo do tampo	Possibilita a arrumação de objetos de escrita e registo
Bancos sem rodas e com sistema de regulação de altura	Promove a segurança, ergonomia e conforto das crianças; apenas adultos conseguem ajustar a altura dos bancos, eliminando-se um elemento tipicamente distrator das crianças
Quadro branco móvel, ajustável em altura, magnético e de dupla face	Promove a versatilidade do espaço, facilita o acesso às crianças e permite conjugar a escrita, a afixação de cartazes, posters, mapas ou outros

Fonte: Elaboração própria.

Tendo por base as orientações curriculares nacionais e internacionais para a educação em ciências nos primeiros anos de escolaridade, optou-se pela organização dos conteúdos de ciências nas seguintes dez temáticas (com um armário por cada temática): “Luz, sombras e imagens”; “Eletricidade: lâmpadas, pilhas e circuitos”; “Magnetismo: ímanes e atrações magnéticas”; “Forças e movimento: roldanas, alavancas, rampas e molas”; “Corpo humano”; “Animais e plantas”; “Solos, rochas e minerais”; “Sistema-solar”; “Ar e água”; “Objetos e materiais”. Para cada temática foi

elaborada uma lista de recursos para a realização de atividades práticas sobre as mesmas, com base nas orientações curriculares nacionais, no Programa Nacional para o Ensino Experimental das Ciências¹³ e em especialistas em didática das Ciências.

ESPAÇO NÃO-FORMAL DO CIEC: CENTRO DE CIÊNCIA

No processo de conceção e planificação do espaço não-formal do CIEC seguiram-se recomendações da Association of Science-Technology Centers (ASTC) e do European Collaborative for Science, Industry and Technology Exhibitions (ECSITE). Posteriormente teve lugar a fase de implementação, isto é, passou-se dos protótipos à produção, montagem e manutenção das exposições.

No centro de ciência do CIEC, os visitantes são estimulados a responder a vários desafios, cujos conteúdos foram selecionados tendo por base o contexto e a realidade de VNB, isto é, temáticas históricas, culturais, geográficas e sociais.

O espaço de educação não-formal do CIEC encontra-se organizado nas seguintes áreas: “EmBarca com a Ciência”; “Explorando o Castelo” (área inspirada no Castelo de Almourol); “Explorando o Tejo” (área alicerçada no rio Tejo); “Explorando a Barquinha” (área dedicada à ribeira e à ponte romana da Atalaia, às embarcações características e às escavações arqueológicas); “Explorando o Voo” (área inspirada na Unidade de Aviação Ligeira do Exército, no Aeródromo Militar e na Escola de Tropas Aerotransportadas – freguesia de Tancos, concelho de VNB); o espaço “Tink”; e a área exterior onde estão localizados alguns módulos-desafios de algumas destas áreas. O espaço “Tink”, ou Tinkering Studio, inaugurado em 2018, é composto por quatro módulos-desafios construídos para se “pensar com as mãos”, numa lógica de *maker*.

13. Os guiões estão disponíveis no website da Direção-Geral da Educação, em <http://www.dge.mec.pt/guioes-didaticos-eb>

O centro de ciência do CIEC conta atualmente com um total de 44 módulos-desafios¹⁴.

FUNCIONAMENTO E ÁREAS DE ATUAÇÃO DO CIEC

A etapa de planificação e funcionamento do CIEC iniciou-se com a preparação e execução da imagem corporativa e *website*, programa educativo, modelo de gestão e definição do perfil dos dirigentes e técnicos, bem como o orçamento para funcionamento. O CIEC encontra-se aberto de terça a domingo.

A nível do modelo de gestão e perfil dos dirigentes e técnicos, o CIEC foi constituído como uma Associação Sem Fins Lucrativos¹⁵, à semelhança da maioria dos centros de ciência em Portugal. Para além dos seus órgãos de gestão (Assembleia-Geral, Direção e Conselho Fiscal), a equipa de monitores, maioritariamente professores, é um elemento-chave para o sucesso do CIEC.

A ação do CIEC (figura 2)¹⁶ estrutura-se, de forma genérica, em dois campos: na relação com o Agrupamento de Escolas (AE); e na relação com a sociedade em geral. Na componente formal, o CIEC dinamiza o projeto “Experimenta + Ciência” que consiste no desenvolvimento de atividades práticas de ciências para crianças dos 3 aos 10 anos em contexto letivo. Este projeto desdobra-se em duas vertentes: (i) “Explorando... no laboratório” – para todas as turmas da ECV (1^o CEB), pelo menos uma vez por semana; e (ii) “Despertar para a Ciência”

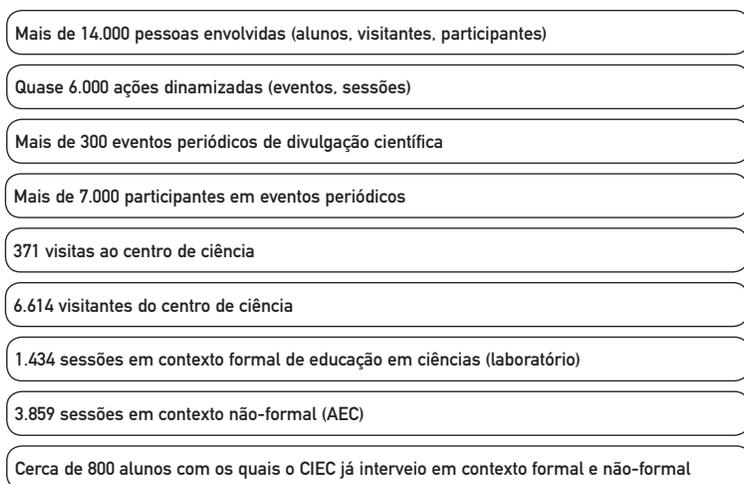
14. Todos os módulos-desafios do espaço de educação não-formal do CIEC são apresentados, com recurso a fotografias e a breves descrições, no website do CIEC: <http://www.ciec.vnb.pt/>

15. Tal estatuto atribui autonomia jurídico-financeira ao CIEC, sendo os seus sócios fundadores: a Câmara Municipal de VNB, a UA e o Agrupamento de Escolas de VNB.

16. Devido à natureza de algumas atividades em que o CIEC participa e/ou dinamiza, nem sempre é possível proceder ao registo do número de participantes.

FIGURA 2

INFOGRAFIA COM ALGUNS NÚMEROS RELATIVOS AO PRIMEIRO
QUINQUÊNIO DO CIEC (2013-2017)



Fonte: Elaboração própria.

– para todas as crianças dos Jardins de Infância¹⁷, com uma periodicidade mensal para todas as crianças e semanal para crianças com 5 anos. A dinamização destas sessões é da responsabilidade da equipa de monitores do CIEC, em regime de coadjuvação com os professores/educadores de cada turma. Na componente não-formal, a relação CIEC-AE concretiza-se pela coordenação, desde o ano letivo 2015/16, das Atividades de Enriquecimento Curricular (AEC). Em cada ano letivo é desenhado um projeto para as AEC no qual todas as oficinas disponibilizadas se organizam em torno de um tema aglutinador. Os monitores da equipa CIEC são os responsáveis pela dinamização da maioria das oficinas das AEC, algumas das quais ocorrem nos espaços do CIEC. No que respeita à relação com a

17. Educação pré-escolar: crianças até aos 6 anos.

sociedade em geral, a ação do CIEC não se circunscreve apenas na receção de visitantes e monitorização de visitas à exposição permanente (centro de ciência - espaço de educação não-formal). O CIEC dinamiza também eventos periódicos, tais como: "Café com ciências", "Serão com Ciência", "Jantar com Ciência", "Contos e Ciências: Barquinha de vivências", "Festas de aniversário". O CIEC participa em diversas iniciativas e organiza eventos fora das suas quatro paredes, sempre com a missão de divulgação e de educação em ciências numa perspectiva CTSA e de educação ao longo da vida.

DO FUNCIONAMENTO ÀS PERCEÇÕES DA COMUNIDADE EDUCATIVA

Volvidos cinco anos da sua abertura, é já possível afirmar que a avaliação deste projeto é extremamente positiva: para além do bom acolhimento por parte da população, o Ministério da Educação convidou o AE de VNB a integrar um conjunto restrito de agrupamentos responsável pelo desenho do Plano de Inovação Pedagógica (Universidade de Aveiro, 2017).

Para além disso, num estudo que averiguou as perceções da comunidade educativa sobre as repercussões do CIEC, percecionou-se que os inquiridos reconhecem repercussões tanto nos alunos, como nos professores e restante comunidade, todas referenciadas como positivas e percecionadas como uma vantagem, visto ser único em Portugal existir um Centro de Ciência no interior de uma escola (João; Araújo e Sá; Rodrigues; e Souza, 2017). No que respeita ao espaço de educação formal do CIEC, outro estudo averiguou a perceção de 13 professores utilizadores do laboratório (Rodrigues e Martins, 2015), sendo que todos os respondentes consideraram ser importante a existência de laboratório de ciências específico para o 1º CEB na escola, e

também todos o consideraram adequado à realização das atividades práticas. Pode, assim, afirmar-se que a existência desta valência é uma condição favorável, quer ao incremento da motivação e implicação do corpo docente na implementação, regular e sistematizada, de atividades práticas de ciências com as crianças, quer ao desenvolvimento de competências ao nível das ciências experimentais e na sua motivação para a aprendizagem das ciências.

Por fim, recuperam-se alguns testemunhos oriundos de diferentes agentes e atores do ambiente CIEC.

Alunos e pais

“Quando aqui andava lembro-me de me sentir uma menina crescida porque estava num laboratório” (aluna da ECV, Universidade de Aveiro, 2017: 49).

“Fizemos uma [experiência] sobre o ciclo da água. [...] Aprendi que a água se evaporava para o céu e que as nuvens eram feitas de água... aprendi tudo sobre o ciclo da água. Quando for grande quero ser cientista ou técnica de computadores” (aluna da ECV, Universidade de Aveiro, 2017: 48).

“O método experimental que é aplicado aqui na Escola, em conjunto com as atividades que são propostas pelo CIEC, permite que o meu filho encare o mundo sempre com uma pergunta, em vez de tomar o mundo como algo certo” (pai de um aluno da ECV, Universidade de Aveiro, 2017: 47).

Professores

Os nossos alunos dispõem do CIEC e de um laboratório apetrechado [...]. Isto permite-lhes questionar, pesquisar e observar, encontrando, deste modo, respostas conducentes a aprendizagens bastante significativas (professora e à data coordenadora da ECV, Universidade de Aveiro, 2017: 46).

Visitantes

“Estes espaços [...] deviam ser replicados noutras territórios [...]. O CIEC permite que [...] as pessoas possam ouvir especialistas falar sobre áreas que não são as suas” (visitante assídua do CIEC, Universidade de Aveiro, 2017: 48).

Poder político

“Esta aproximação à escola de gente de todas as idades traz para o próprio agregado familiar uma cultura diferente, de simbiose total entre a escola e a comunidade” (presidente, à data, da Câmara Municipal de Vila Nova da Barquinha, Universidade de Aveiro, 2017: 46).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este é um centro de ciência que, apesar de viver dentro de uma escola e de sair muitas vezes dos seus muros para levar mais longe a sua missão, também quebra barreiras ao provar ser possível colocar as crianças a pensar de forma autónoma. Ao provar ser possível concretizar uma perspetiva integrada de educação em ciências. Ao provar ser possível realizar atividades práticas de ciências no laboratório com crianças desde a idade pré-escolar. Ao reconhecer que a inovação pedagógica deve privilegiar abordagens que vão ao encontro da tendência natural dos alunos para brincar, para a criatividade, para a colaboração e para o questionamento (Paniagua e Istance, 2018).

Resta, então, responder a duas perguntas: Como é que o projeto tem êxito e como é que continua “vivo”? Porque tem um laboratório concebido originalmente para o ensino experimental das ciências no 1º CEB. Tem um centro interativo de ciência alicerçado em temas locais, aberto à comunidade. Tem

formação contínua de professores desde a fase da sua conceção. Está sustentado em resultados de estudos nacionais e internacionais em educação. É produto de investigação e é objeto de investigação. Nasce de uma visão estratégica do poder político local e é apoiado incondicionalmente pelo mesmo. Tem uma equipa multifacetada que integra saberes de professores, investigadores, formadores, políticos, pais e comunidade educativa.

Como pode contribuir esta experiência para outros contextos educativos? Considera-se que o trabalho colaborativo desenvolvido na ECV-CIEC com a equipa da UA ao longo da última década, tem permitido validar e desenvolver *know-how* no âmbito da educação em ciências desde os primeiros anos, que pode ser potenciado para outros contextos educativos, com as devidas adaptações às realidades particulares e projetos específicos.

BIBLIOGRAFIA

- JOÃO, P.; ARAÚJO E SÁ, M. H.; RODRIGUES, A. V. e SOUZA, V. (2017): "Investigando sobre um produto de investigação: o caso do Centro Integrado de Educação em Ciências", *Enseñanza de Las Ciencias*, nº Extrao, pp. 1579-1584.
- MUNICÍPIO DE VILA NOVA DA BARQUINHA (2013): "Revolução no Parque Escolar", *Barquinha Viva*, pp. 18-26.
- OSBORNE, J.; DILLON, J. e NUFFIELD FOUNDATION (2008): *Science education in Europe: Critical reflections: a report to the Nuffield Foundation*, Londres, Nuttfield Foundation [disponível em http://www.nuffieldfoundation.org/sites/default/files/Sci_Ed_in_Europe_Report_Final.pdf].
- PANIAGUA, A. e ISTANCE, D. (2018): *Teachers as Designers of Learning Environments: The Importance of Innovative Pedagogies*, Paris, OECD Publishing [disponível em <http://dx.doi.org/10.1787/9789264085374-en>].
- ROCARD, M.; CSERMELY, P.; JORDE, D.; LENZEN, D.; WALBERG-HENRIKSSON, H. e HEMMO, V. (HIGH LEVEL GROUP ON SCIENCE EDUCATION) (2007): *Science Education Now: a Renewed Pedagogy for the Future of Europe*, Bruxelas, Comissão Europeia [disponível em http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf].
- RODRIGUES, A. V. (2011): "A educação em ciências no Ensino Básico em ambientes integrados de formação" (tese de Doutoramento não publicada), Departamento de Educação da Universidade de Aveiro [disponível em: <https://ria.ua.pt/bitstream/10773/7226/1/5603.pdf>].
- RODRIGUES, A. V. e MARTINS, I. P. (2015): "Desenvolvimento de um laboratório de ciências para os primeiros anos de escolaridade", *Interações*, vol. 11, nº 39, pp. 368-380 [disponível em <http://revistas.rcaap.pt/interaccoes/article/view/8744/6303>].
- UNIVERSIDADE DE AVEIRO (2017): "Resultado de uma parceria com a UA: Escola Ciência Viva de Vila Nova da Barquinha dá cartas no ensino experimental das ciências", *Linhas, Revista Da Universidade de Aveiro*, junho, pp. 44-49.

EDUPARK, UMA LUFADA DE AR FRESCO NA FORMAÇÃO INICIAL E CONTÍNUA DE PROFESSORES

LÚCIA POMBO E TERESA B. NETO

INTODUÇÃO

As estações de ano já não são o que eram. Já nem sempre temos Verões quentes e serenos e Invernos rigorosos e chuvosos, no nosso país. A Organização Mundial da Saúde (OMS) calcula uma subida da temperatura média de cerca de 0,85 °C nos últimos 130 anos. Este quadro deve agravar-se nas próximas décadas. As consequências sobre o meio ambiente são consideráveis. O mundo precisa de diminuir rapidamente a emissão de gases poluentes na atmosfera.

É no meio desta neblina que os professores têm vivido nestes últimos anos, e igualmente, com tendência a agravar-se. Os professores têm cada vez mais trabalho burocrático, mas têm igualmente que cumprir os programas curriculares e preparar os alunos para os exames nacionais e avaliações finais de ano. Têm uma pressão social grande, muito focado nos números: quantos alunos tiveram aproveitamento, quantos alunos precisam de planos de recuperação, quantos alunos abandonam a escola... Os professores mal tempo têm para parar e refletir:

- As minhas práticas estão adequadas às necessidades educativas dos meus alunos? Será que os meus alunos aprendem bem com a metodologia que eu uso nas aulas? E quanto à relação entre aquilo que os alunos aprendem nas aulas e o que precisam de aprender para se tornarem bons cidadãos, no mundo em mudança, e bons profissionais do que quer que seja?
- Será que os alunos aprendem nos contextos que os rodeiam? Será que estão motivados para aprender? O que é que os alunos gostam de fazer? Os alunos adoram interagir com os seus telemóveis. Mas os telemóveis geralmente não são usados em sala de aula.
- Já sei. Hoje vou fazer uma aula diferente com os meus alunos. Vou levá-los ao Parque da cidade. Vou deixá-los vivenciar experiências, vou deixá-los pensar para resolver problemas e desafios, para poderem aprender autonomamente, com interesse, com entusiasmo. Vou deixá-los interagir uns com os outros e dar uma corrida ao ar livre. Vou deixá-los usar os seus telemóveis para aprender. Será possível dar uma aula no Parque? Que matemática, que biologia, que cultura, que arte se vive no Parque?

EM FORMAÇÃO

O Formador:

- Vamos fazer um exercício: peço que cada Professor indique uma estratégia de aprendizagem que nunca tenha utilizado em aula, mas que ache que vai ser inovadora e motivadora para os alunos.

O Formador deixou os Professores pensarem um pouco e cada um escreveu uma ideia e partilhou-a com os colegas:

- Eu vou levar música para a minha sala, enquanto os alunos fazem um trabalho de grupo. Pode ser que se acalmem e falem baixo uns com os outros.
- Eu vou criar estratégias de jogo, para que os alunos sintam que estão a aprender enquanto competem entre si. Vou mesmo levar prémios para quem fizer o melhor trabalho.
- Eu vou deixá-los fazer o que quiserem, desde que no fim me apresentem um trabalho de qualidade. O trabalho pode ter a forma que quiserem, desde que relacionado com os conteúdos que demos.
- Vamos fazer uma visita de estudo a uma igreja. Algo inovador...
- Eu vou levar as minhas turmas ao EduPARK.

A LUFADA DE AR FRESCO DO EDUPARK¹

Afinal o que é o EduPARK? O EduPARK² é um projeto de investigação e desenvolvimento, que decorre na Universidade de Aveiro (Portugal), em torno de práticas inovadoras interdisciplinares, com atividades *outdoor* curricularmente integradas e suportadas por tecnologias móveis. Criou-se uma aplicação interativa em Realidade Aumentada (RA), para ser explorada no Parque Infante D. Pedro, em Aveiro, tendo por base os princípios de *geocaching*.

Este parque integra uma imensa área verde, sendo o parque mais antigo da cidade, pois tornou-se público em 1927. Apresenta uma grande biodiversidade de espécies botânicas

1. Disponível em <http://edupark.web.ua.pt>

2. O EduPARK (POCI-01-0145-FEDER-016542) é financiado por Fundos FEDER através do Programa Operacional Competitividade e Internacionalização/COMPETE 2020 e por Fundos Nacionais através da FCT/Fundação para a Ciência e a Tecnologia.

nativas e exóticas, avifauna, um lago e vários pontos de interesse histórico. Incorpora um grande valor educativo, no que respeita a atitudes de conservação da natureza e de sustentabilidade. Dada a sua elevada diversidade de árvores e arbustos foram identificadas e descritas 70 espécies no livro "EduPARK: Património histórico e botânico" (Pombo, Marques, Loureiro, Pinho, Lopes e Maia, 2017).

A aplicação EduPARK (EduPARK app) incorpora guiões educativos sob a forma de jogo, desenvolvidos para públicos específicos podendo ser explorados por professores e alunos, desde o ensino básico ao ensino superior, e também pelo público em geral – os visitantes do parque – numa perspetiva de aprendizagem ao longo da vida. O guião para o visitante, assim como o modo livre estão ambos disponíveis também em inglês, de forma a poder ser utilizado por turistas que não dominam o Português.

A app está disponível gratuitamente na Google Play Store e pode ser descarregada em qualquer dispositivo móvel Android. Esta estratégia articula a procura de locais de interesse no Parque, com desafios educativos, e visualização de recursos em RA, o que permite aceder a informação complementar de fenómenos não observáveis no momento e no local, assim como o desenvolvimento de competências relevantes no século atual.

FIGURA 1
APP EDUPARK

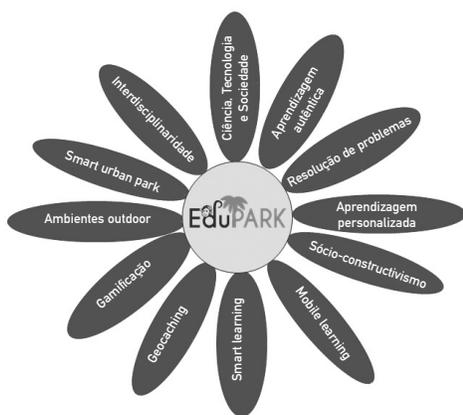


Nota: A App EduPARK a mostrar conteúdos em Realidade Aumentada (RA) sobre espécies de plantas usando as placas identificativas como marcadores RA (A); sobre aspetos regionais, mostrando curiosidades sobre o barco moliceiro (ex-libris da cidade) pintado no painel de azulejos (B). A figura C mostra o tesouro virtual que foi descoberto após decifração do enigma.
Fonte: Elaboração própria.

A colaboração com a Câmara Municipal de Aveiro permitiu que se instalassem 32 placas de identificação de plantas no Parque, com informação em RA, de forma a que o público possa usar a app autonomamente, podendo explorá-la em modo de jogo ou em modo livre, promovendo oportunidades para uma aprendizagem situada e autêntica (figura 1).

A grande relevância e inovação do EduPARK prende-se com as estratégias de aprendizagem outdoor em contextos que podem ser formais, informais e não-formais, de forma interdisciplinar, combinando-se com tecnologia móvel, numa perspetiva integrada de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Inovação (figura 2). O projeto tem estado a organizar atividades para alunos, professores e visitantes de forma a recolher dados sistemáticos para melhor compreender os benefícios de uma aprendizagem móvel num ambiente outdoor rico e diverso, como é o Parque da cidade. A aprendizagem move-se de um ambiente tradicional de sala de aula para um espaço natural, onde os alunos podem explorar fisicamente ao mesmo tempo que fazem associações com conteúdos curriculares.

FIGURA 2
ESQUEMA ILUSTRATIVO DA ESSÊNCIA DO EDUPARK



Fonte: Elaboração própria.

EduPARK promove articulação entre a investigação, práticas de ensino e formação inicial e contínua de professores, constituindo-se como um quadro teórico e prático muito útil na Educação e Formação de jovens e professores, com impacto não só nas escolas, mas também na comunidade em geral e também no setor do turismo. Até ao momento, mais de 400 alunos e de 100 professores já experienciaram a atividade EduPARK, tendo manifestado uma opinião muito positiva, não só a nível do seu valor educativo, como da usabilidade da aplicação (Pombo e Marques, 2018), pelo que o convidamos também a participar.

NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES

Na formação inicial de professores, a preocupação é promover o desenvolvimento de competências de desenho, análise e avaliação de práticas inovadoras de ensino. Seis estudantes tiveram interesse em integrar os seus projetos da Prática Pedagógica Supervisionada no âmbito do EduPARK, na área da Etnomatemática e do Estudo do Meio, das quais quatro terminaram com sucesso e duas estão em fase de desenvolvimento. As estudantes de mestrado colaboraram com os membros da equipa no desenvolvimento dos recursos necessários, para implementar a atividade e recolher dados. Esta articulação constitui-se como uma relação biótica de mutualismo, em que ambas as partes beneficiam: 1) o projeto beneficiou dos contributos das mestrandas, pois desenharam novas questões para os guiões, implementaram-nos com os alunos, com o objetivo de os reconstruir e melhorar e avaliaram a atividade, e 2) as mestrandas beneficiaram de uma equipa de investigadores que lhes permitiu desenvolver conteúdos em RA, usar a aplicação desenvolvida, usar os dispositivos móveis do projeto na atividade, para além de lhes ter proporcionado uma iniciação à investigação.

Uma das mestrandas refere que este envolvimento no EduPARK “permitiu desenvolver práticas de ensino até então nunca realizadas no meu percurso enquanto profissional de educação”, isto porque se trata de um projeto inovador em Educação, onde as aprendizagens deixam de ter lugar exclusivamente em sala de aula, movendo-se para espaços que os alunos exploram fisicamente e virtualmente.

AS CIÊNCIAS E A MATEMÁTICA PASSEIAM DE BRAÇO DADO

A título exemplificativo, iremos começar por apresentar algumas questões, produzidas por uma Mestranda para o 1^o Ciclo do Ensino Básico, que articulam o Estudo do Meio com a Matemática (Rodrigues, 2017). No dia da visita ao parque havia bastantes rãs no charco, o que permitiu que os alunos observassem o modo como as rãs nadavam e executavam o salto. Simultaneamente com esta observação, ouvia-se o coaxar das rãs. Também era disponibilizado um vídeo de uma rã a saltar para o charco. Os alunos sempre que sentissem necessidade podiam recorrer à realidade aumentada associada às questões para ter acesso a informação extra. Perto do charco, os alunos são convidados a ouvir um som, o coaxar de uma rã.

- De que animal se trata? (Informação em formato de áudio): podem estar escondidos debaixo de uma planta ou na água, mas também podem estar numa pedra a descansar e a aproveitar a sombra.
- A rã é um animal vertebrado e... selecionem a opção que completa a afirmação corretamente: a) Anfíbio, b) Peixe, c) Mamífero, d) Réptil.
- Uma rã avistou uma mosca a 10 m e quer caçá-la. Quantos saltos dá a rã até chegar à mosca, supondo que

em cada salto avança 20 cm?: a) 50 saltos, b) 30 saltos, c) 25 saltos, d) 60 saltos.

Esta etapa foi alvo de grande motivação por parte dos alunos, sendo que alguns se mostraram bastante interessados ao observar o comportamento das rãs no seu habitat natural.

Nas afirmações relativas ao jogo desenvolvido no Parque Infante D. Pedro (Rodrigues, Carvalho, Pombo e Neto, 2017), concluiu-se que o jogo permitiu que os alunos comunicassem as suas ideias entre o grupo, todos participassem na atividade e que as tarefas desenvolvidas no jogo estavam de acordo com conceitos abordados em sala de aula. Salienta-se os comentários dos alunos: “Eu gostei de todas as etapas, porque revi o que dei na escola” e “Acho que não fiquei nos três primeiros porque não presto muita atenção nas aulas”. A atividade EduPARK proporcionou aos alunos novas aprendizagens, tendo considerado que aprenderam conteúdos novos na atividade. Tal também se pode verificar numa citação de um texto produzido por um aluno: “Eu achei que a ida ao Parque foi muito divertida e voltaria a repetir a experiência porque foi muito interessante e aprendi coisas novas”.

No guião desenvolvido para o 2^o Ciclo do Ensino Básico (Valente, 2017) houve a preocupação de integrar questões e problemas presentes no quotidiano dos alunos, tendo demonstrado maior recetividade à resolução de problemas de contexto real do que em contextos abstratos, uma vez que a interação com espaços próximos da realidade do quotidiano, de cultura e arquitetura, promovem a autoconfiança e o interesse dos alunos. Assim, começa-se por se apresentar o torreão aos alunos:

O Torreão, presente no Parque D. Pedro de Aveiro, foi edificado em 1922. Este era originalmente usado como depósito de água. Mais tarde, foi convertido em posto de transformação de energia elétrica. Atualmente constitui um miradouro com quatro direções de observação panorâmica, através de pequenas janelas, sobre a cidade.

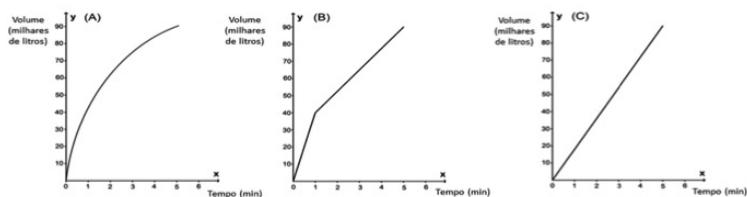
Nesta atividade esperava-se que os alunos identificassem como sólidos distintos que compõem o Torreão, um prisma octogonal, um cilindro e uma semiesfera, através da observação do edifício no local. Após resposta, foi dado feedback através de imagens em realidade aumentada, envolvendo os vários sólidos referidos.

No segundo problema (figura 3) solicitou-se que os alunos indicassem e justificassem qual das representações gráficas correspondia à situação descrita no enunciado:

Para encher o depósito de água com 90 000 litros (a capacidade máxima é de 120 000 litros) utilizava-se uma torneira com caudal constante e igual a 18 000 litros por minuto. Indica qual das seguintes representações gráficas corresponde à situação descrita, sabendo que no eixo dos X se representa o tempo, em minutos, e no eixo dos Y o volume, em milhares de litros.

FIGURA 3

REPRESENTAÇÕES GRÁFICAS QUE SE CONSTITUEM COMO OPÇÕES DE RESPOSTA AO PROBLEMA



Fonte: Adaptado de Godino, J. D. et al. (2015: 141).

Era expectável que os alunos concluíssem que a representação (C) correspondia à representação correta e que justificassem, por exemplo, que se tratava de um caudal constante e que por isso teria de corresponder a um gráfico com proporcionalidade direta.

Verificou-se que a motivação e o envolvimento dos alunos que fizeram a atividade ao ar livre e em contexto eram mais elevados relativamente aos dos alunos que realizaram os problemas em sala de aula (Valente, 2017). O contexto real, o recurso às tecnologias digitais, a interação entre aluno-aluno

mostram-se como promotores de motivação para aprender; pois, a matemática deve ser uma atividade social em que a interação entre alunos permita que estes troquem pensamentos, ideias e representações acerca do mundo que os rodeia (Alsina, 2009).

NA FORMAÇÃO CONTÍNUA DE PROFESSORES

O EduPARK tem unido esforços para desenvolver workshops e ações de curta duração acreditadas dirigidas a professores, uma vez que, segundo o estudo *Building a High-Quality Teaching Profession. Lessons from around the world* (OCED, 2011), o desenvolvimento de competências em Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) é considerado como uma das áreas de maior necessidade para o desenvolvimento profissional dos professores a nível internacional.

Segundo a literatura constituem-se condições favoráveis à integração das TIC pelos professores, na sua prática pedagógica, entre outras: 1) a criação de um ambiente de formação onde os professores colaborem e reflitam sobre os trabalhos que podem desenvolver com as TIC para a criação de ambientes poderosos de aprendizagem; 2) o desenvolvimento de atividades de caráter prático com as TIC, planificadas e implementadas na sala de aula ou em contextos exteriores à mesma com práticas pedagógicas adequadas, como colocar os alunos perante situações-problema a serem resolvidas recorrendo ao uso das TIC; e 3) a utilização na formação de tecnologia que sirva posteriormente aos professores no seu trabalho em contexto de ensino e aprendizagem.

Face aos argumentos acima expostos, as ações de formação implementadas pelo EduPARK pretendem despoletar “ar fresco” nas aulas, contribuindo para: 1) promoção de mudança de práticas através da integração de tecnologias móveis; 2) desenvolvimento de competências que permitam modelos de aula alternativos; 3) disponibilização de materiais educativos interativos; 4)

produção de recursos educativos para atividades móveis outdoor e sua partilha síncrona; e 5) reflexão sobre a potencial utilização dos materiais educativos interativos disponibilizados nos contextos de cada professor formando.

Os professores reconhecem inúmeras vantagens no uso de dispositivos móveis em contexto escolar, nomeadamente de apps de carácter interdisciplinar para a promoção da aprendizagem, referindo o seu valor pedagógico em termos de participação ativa dos alunos na construção do seu conhecimento e desenvolvimento de valores, promovendo motivação e incentivo para uma aprendizagem autêntica e contextualizada.

REFLEXÃO FINAL

Os alunos reagiram com muita expectativa e curiosidade ao que encontraram no Parque Infante D. Pedro, ao mesmo tempo que aprenderam sobre elementos culturais, botânicos... O EduPARK é bastante enriquecedor devido ao trabalho colaborativo dos grupos e ao carácter inovador que incute às aprendizagens. Vejamos alguns testemunhos de alunos: "Isto é o estudo do futuro", "Estudar assim Estudo do Meio é como abrirmos o livro e já estarmos lá no sítio", evidenciando-se a importância de uma aprendizagem contextualizada e autêntica. As atitudes reveladas pelos alunos, face à aplicação do EduPARK, mostram que esta iniciativa motiva os alunos para as aprendizagens tornando-as mais atrativas. Simultaneamente, a atividade explorada promove ainda a criação de bases para o aluno tornar a aprendizagem mais interessante para ele próprio, potenciando os conhecimentos que já adquire (Rodrigues, Carvalho, Pombo e Neto, 2017). As estudantes, futuras professoras, consideraram que foi fundamental trabalhar com a equipa do projeto. Os professores sentem-se geralmente motivados para participar em ações de formação deste tipo, sobretudo porque têm

vontade de mudar as suas práticas e também porque têm acesso a novos recursos educativos que podem usar nas suas aulas.

Sendo este um projeto que potencia a motivação e envolvimento dos alunos, que frequentemente revelam desmotivação para a aprendizagem na sala de aula, é de especial pertinência que nele se envolvam os (atuais e futuros) profissionais em Educação, para que possam usar este tipo de metodologias mais desafiantes e refrescantes, fazendo das Ciências da Natureza, da Matemática ou da História algo vivo, lidando com situações reais no tempo e no espaço.

BIBLIOGRAFIA

- ALSINA, À. (2009): "El aprendizaje realista: una contribución de la investigación en Educación Matemática a la formación del profesorado", em M. J. González, M. T. González e J. Murillo (eds.), *Investigación en Educación Matemática XIII*, pp. 119-127 [disponível em <http://www.seiem.es/docs/actas/13/SEIEMXIII-AngelAlsina.pdf>].
- GODINO, J. D.; AKÉ, L. P.; CONTRERAS, A.; DÍAZ, C.; ESTEPA, A.; BLANCO, T. F.; LACASTA, E.; LASA, A.; NETO, T.; OLIVERAS, M. L. e WILHELMI, M. R. (2015): "Diseño de un cuestionario para evaluar conocimientos didáctico - matemáticos sobre razonamiento algebraico elemental", *Enseñanza de las Ciencias*, 33.1, pp. 127-150.
- OCDE (2011): *Building a High-Quality Teaching Profession - Lessons from around the world. Background Report for the International Summit on the Teaching Profession*, Paris, OECD Publishing [disponível em www.oecd.org/].
- POMBO, L.; MARQUES, M. M. (2018): "The EduPARK Mobile Augmented Reality Game: learning value and usability", em I. A. Sánchez e P. Isaias (eds.), *Proceedings of 14th International Conference Mobile Learning 2018*, Lisboa, International association for development of the Information society, 14-16 abril, pp. 23-30 [disponível em <http://mlearning-conf.org/>].
- POMBO, L.; MARQUES, M. M.; LOUREIRO, M. J.; PINHO, R.; LOPES, L. e MAIA, P. (2017): *Parque Infante D. Pedro – Património Histórico e Botânico, Projeto EduPARK*, Aveiro, UA Editora [disponível em <http://edupark.web.ua.pt/#book> e <http://ria.ua.pt/handle/10773/18026>].
- RODRIGUES, A. R. (2017): *Projeto EduPARK e Prática Pedagógica Supervisionada: experiência indoor e outdoor no 1º Ciclo do Ensino e Básico*, Dissertação de Mestrado em Ensino do 1º Ciclo do Ensino Básico e de Matemática e Ciências Naturais no 2º Ciclo do Ensino Básico, Aveiro, Universidade de Aveiro, 21 julho [disponível em <http://edupark.web.ua.pt/static/docs/Relat%C3%B3rioEst%C3%A9gioAnaRitaRodrigues.pdf>].
- RODRIGUES, A. R.; CARVALHO, M.; POMBO, L. e NETO, T. (2017): "Projeto EduPARK e Prática Pedagógica Supervisionada: Desafios para alunos do 1º Ciclo do Ensino Básico", *Indagatio Didactica*, 9 (4), pp. 211-226 [disponível em <http://revistas.ua.pt/index.php/ID/article/view/6134/4721>].
- VALENTE, R. (2017): *Resolução de problemas realistas com alunos do 2º ciclo do Ensino Básico*, Dissertação de Mestrado em Ensino do 1º Ciclo do Ensino Básico e de Matemática e Ciências Naturais no 2º Ciclo do Ensino Básico, Aveiro, Universidade de Aveiro, 21 julho [disponível em file:///C:/Users/L%C3%BAcia%20Pombo/Downloads/Relatorio_de_Estagio_RitaValente.pdf].

EM MODO DE CONTEXTUALIZAÇÃO

Para além do progresso da ciência e da tecnologia que marcou o século XX, os jovens do século XXI herdam os desafios inerentes aos complexos problemas que a vida coloca. É por isso necessário que os sistemas educativos evoluam com estas realidades e contribuam para o desenvolvimento de competências que permita a todos e a cada um dos cidadãos responder, proativamente, aos reptos da sociedade em constante evolução. Ora, uma resposta cabal a tais reptos imprevisíveis exige, cada vez mais, a confluência de olhares segundo as mais diversas perspetivas. Portanto, a escola tem de configurar outras abordagens didáticas que permitam responder às necessidades de hoje e de amanhã. Neste contexto, considera-se que não se pode mais negligenciar estreitas relações entre as disciplinas e que o sistema educativo tem de incorporar tais relações no ensino e na aprendizagem. No que respeita à Matemática, imprescindível para melhor se ler, apreciar e descrever o mundo, um dos temas que se tem revelado mais desafiador é a Geometria e, em

particular, os tópicos das transformações geométricas isométricas no plano euclidiano e da simetria, os quais aqui se encararam segundo uma nova perspectiva. As mais recentes orientações enfatizam o uso de *software* dinâmico no seu estudo pelas suas comprovadas potencialidades didáticas e porque contribui, ainda, para aproximar o contexto educativo do quotidiano altamente tecnológico. Atendendo ao exposto, não admira que recentes políticas mundiais destaquem a importância das áreas STEM (*science, technology, engineering, mathematics*) para um desenvolvimento sustentável da humanidade. No entanto, novas correntes enfatizam o papel das artes na sociedade, o que se traduziu pela extensão da sigla anterior (STEMA).

Neste contexto, desenvolveu-se, no oitavo ano de escolaridade (alunos com cerca de 13 anos de idade), uma inovadora abordagem educativa das isometrias e simetrias que envolveu, de forma articulada, as disciplinas de Matemática e Educação Visual, tirando-se partido de tecnologias digitais.

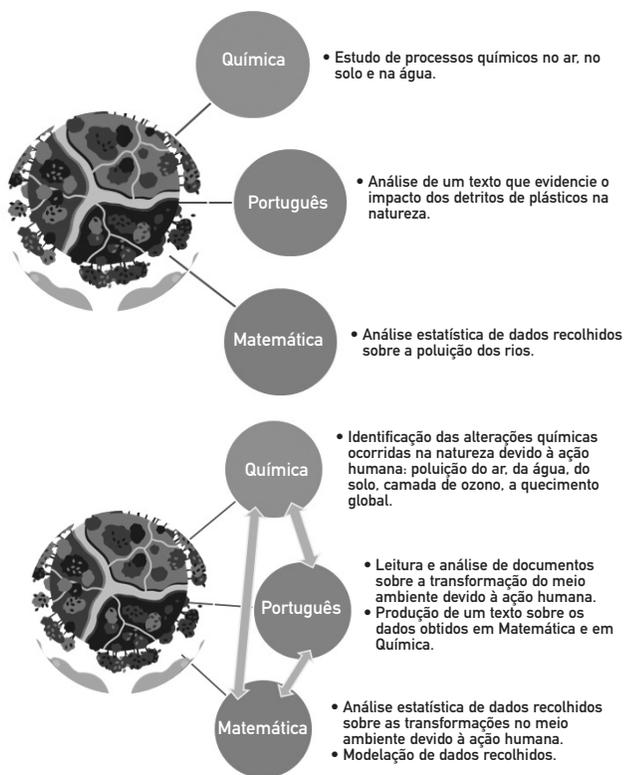
MULTI, TRANS OU INTERDISCIPLINARIDADE?!

Em Portugal e um pouco por todo o mundo, o currículo escolar está organizado por disciplinas, o que espelha a visão fragmentada do conhecimento. Por outro lado, diferenças nas respetivas cargas horárias traduzem perceções distintas relativamente à importância das mesmas. A conjugação destes aspetos contribui fortemente para que as disciplinas convivam, no geral, de costas voltadas umas para as outras, principalmente se situadas em patamares hierárquicos distintos. Esta organização e uma prática disciplinar muito fechada sobre si própria dificultam uma visão integrada e integradora das aprendizagens por parte do aluno, que as encara como estando limitadas pelas fronteiras de cada disciplina. O discente dificilmente consegue estabelecer conexões entre o que

é abordado de forma compartimentada nas diferentes áreas, o que faz perigar a representatividade e significância do conhecimento. Torna-se, portanto, urgente repensar a sala de aula como lugar onde se devem desenvolver interações que favoreçam um verdadeiro diálogo entre as diferentes áreas do saber, evoluindo-se de práticas multidisciplinares para práticas interdisciplinares ou, idealmente, transdisciplinares.

FIGURA 1

ABORDAGEM MULTI (EM CIMA) E INTERDISCIPLINAR (EM BAIXO) DO TEMA POLUIÇÃO



Fonte: Esquema elaborado pelas autoras.

As palavras multi, inter e transdisciplinaridade devem ser pensadas como um crescendo de graus de colaboração e de integração. O primeiro nível de 'diálogo' entre disciplinas traduz-se na abordagem de um dado tema segundo visões próprias de cada uma. Não existe, no entanto, cooperação entre as disciplinas, como se pretende ilustrar na figura 1 (em cima), as quais trabalham isoladamente. A abordagem temática passará a ser interdisciplinar se existir cooperação, ou mesmo colaboração, entre elas, como se pretende ilustrar na figura 1 (em baixo). As disciplinas comunicam entre si, confrontam e discutem as suas perspetivas e estabelecem uma interação mais ou menos forte. Tal associação exige um aturado trabalho de coordenação. O terceiro nível de integração é a transdisciplinaridade. O currículo não se organiza em torno de disciplinas mas sim de temas emergentes para a abordagem dos quais são mobilizados saberes das várias áreas. A transdisciplinaridade apoia-se, portanto, em saberes específicos das disciplinas para o seu desenvolvimento mas vai muito para lá delas. Está ao mesmo tempo *entre* as disciplinas, evolui *através* das disciplinas e consolida-se *para além* das disciplinas. Considera-se ser um nível de integração difícil de atingir num sistema educacional.

'SIMETRIA POR REFLEXÃO, SIMETRIA
POR TRANSLAÇÃO, SIMETRIA POR ROTAÇÃO?!'.
'SIM – EU EXPLICO!'

A arte está presente no quotidiano das mais diversas formas. Os lugares estão repletos de composições que tiram partido das isometrias e simetrias. Observe-se, por exemplo, murais com azulejos, a calçada portuguesa e edifícios mais antigos bem como o grafismo de elementos decorativos ou até mesmo naturais (figura 2). Consegue-se identificar algumas configurações onde se representam simetrias e isometrias.

FIGURA 2

COMPOSIÇÕES QUE APRESENTAM ISOMETRIAS E SIMETRIAS



ISOMETRIA

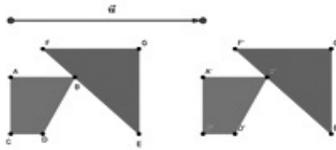
Uma isometria é uma transformação geométrica (aplicação bijetiva) do plano (neste caso, euclidiano) que preserva ('iso' – a mesma) uma medida ('metria') – a distância. Ajudará associar-se tal transformação a um 'movimento rígido' do e no plano (e, conseqüentemente, dos objetos aí situados) que o não deforma. Significa isto que o tamanho e a forma do ente matemático se mantêm inalterados. Por outras palavras, numa isometria, a distância entre quaisquer dois pontos do objeto (na posição inicial) é igual à distância entre as respectivas imagens desses pontos (na posição final). Daqui resulta que, se uma isometria fixar dois pontos, A e B, fixa necessariamente a reta AB, ponto a ponto. No caso de n pontos não colineares, a isometria fixará os pontos dois a dois e, por conseguinte, fixa o ente geométrico formado pelos n pontos. Uma isometria pode ser direta – se um ângulo com orientação positiva (negativa) for transformado num ângulo com orientação positiva (negativa); ou inversa – se um ângulo com orientação positiva (negativa) for transformado num ângulo com orientação negativa (positiva).

Existem apenas quatro tipos de isometrias no plano: translação, rotação, reflexão e reflexão deslizante (figura 3). Para cada uma delas são apresentadas propriedades particulares, a partir de exemplos construídos no *software* dinâmico de geometria dinâmica *GeoGebra* por alunos que participaram na abordagem interdisciplinar.

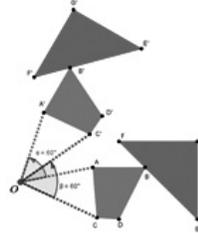
FIGURA 3

REPRESENTAÇÕES DE ISOMETRIAS NO E DO PLANO EUCLIDIANO

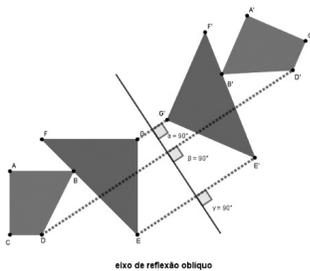
Translação



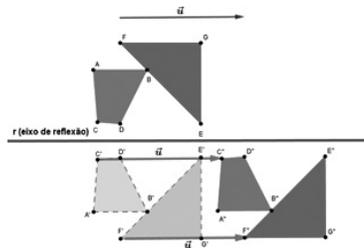
Rotação



Reflexão



Reflexão deslizante



Fonte: Representações elaboradas pelas autoras.

Uma translação é uma transformação geométrica isométrica que a cada ponto F do plano faz corresponder um ponto F' que é a soma do ponto F com o vetor que caracteriza a translação (neste caso, designado por \vec{u}). Como propriedades particulares, destacam-se: a orientação dos ângulos que é preservada (isometria positiva) e a inexistência de qualquer ponto fixo.

Para se definir uma rotação, é necessário considerar um centro de rotação O e um ângulo α com orientação positiva ou negativa (contrária ou de acordo com a dos ponteiros do relógio). Uma rotação é, então, uma isometria que a cada ponto A faz corresponder um ponto A' sendo a distância de O a A igual à distância de O a A' e tendo o ângulo formado por AOA' medida de amplitude α . A orientação dos ângulos é preservada (isometria positiva) e admite um ponto fixo – o centro de rotação.

A reflexão fica caracterizada pelo eixo e cada ponto E é transformado num ponto E' que distam igualmente do eixo de reflexão, que é mediatriz do segmento de reta que admite esses pontos como extremos. A orientação dos ângulos é invertida (isometria negativa) e há uma infinidade de pontos fixos – todos os que compõem o eixo de reflexão.

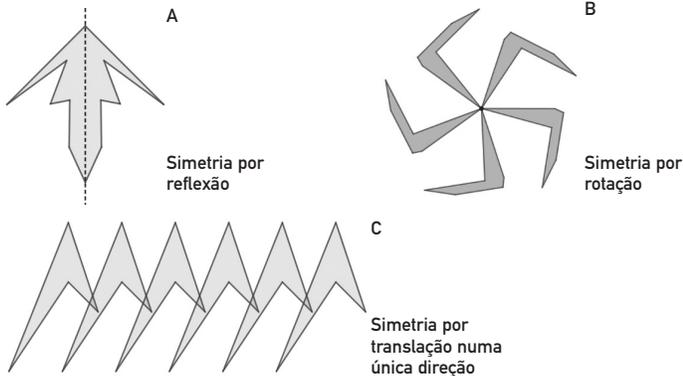
A reflexão deslizante é uma isometria que se obtém da composição de uma reflexão de eixo r com uma translação segundo um vetor, não nulo, com a direção de r . É uma isometria negativa e não há quaisquer pontos fixos, porque todos os pontos se “deslocam” pela ação da translação, embora a reta r fique globalmente invariante.

SIMETRIA

Uma figura apresenta simetria se ficar invariante por ação de isometrias, ou seja, quando determinados “movimentos rígidos” do plano a transformam nela própria. Uma figura pode apresentar simetria por reflexão, por rotação ou por translação em uma ou em duas direções distintas (figura 4).

FIGURA 4

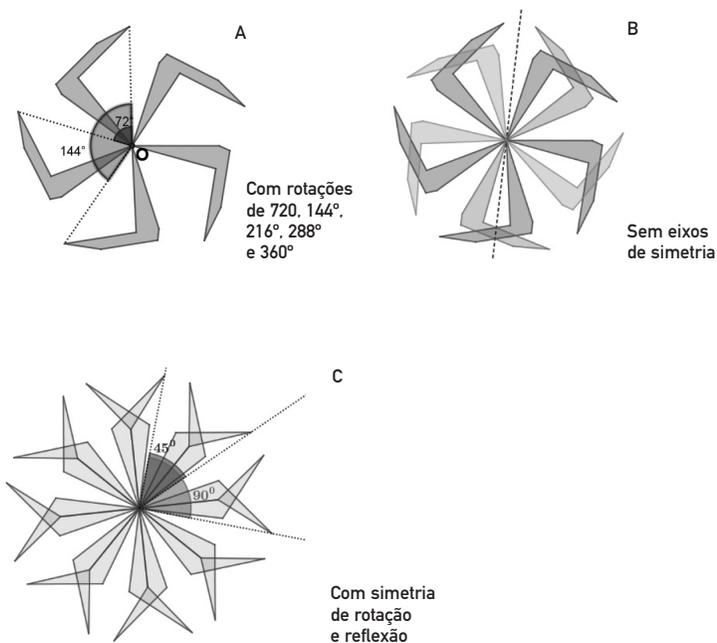
FIGURAS QUE APRESENTAM SIMETRÍA



Fonte: Figuras elaboradas pelas autoras.

As rosáceas são figuras finitas que apresentam, forçosamente, simetria por rotação. Analisando a figura 5A, verifica-se que, se se considerar uma rotação com centro em O e ângulos com medidas de amplitude de 72° , 144° , 216° , 288° ou ainda 360° (genericamente, $\frac{360 \times k}{5}$, com $k = 1, \dots, n$), a figura é transformada nela própria. Consta-se, ainda, que não apresenta qualquer eixo de simetria que a deixe invariante – rosácea cíclica. A análise pode ser feita com a ajuda de um espelho, um mira, ou por decalque da figura num papel vegetal que, depois, é virado ao contrário. Obter-se-á a figura 5B, com o exemplo a cinzento mais claro. Verifica-se que não é possível sobrepor a figura original e a transformada, porque esta fica invertida relativamente à original.

FIGURA 5
ROSÁCEAS CÍCLICAS E DIEDRAIS

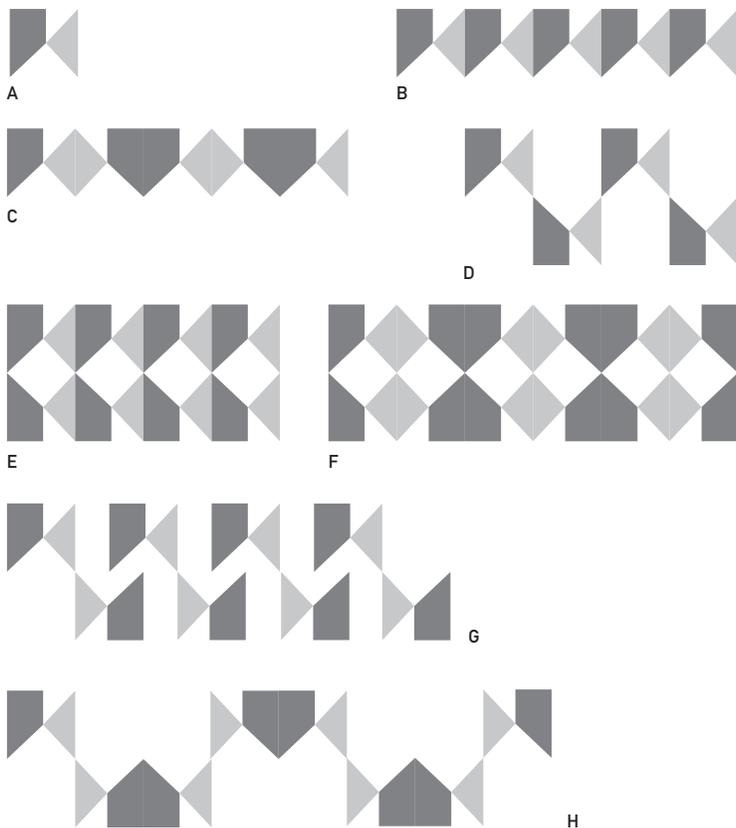


Fonte: Representações elaboradas pelas autoras.

Já a figura 5C apresenta, para além de simetria por rotação (em número de 8), simetria por reflexão (em número de 8). Estamos perante uma rosácea diedral.

FIGURA 6

**FRISOS CONSTRUÍDOS PELOS PARTICIPANTES
NO ESTUDO POR RECURSO AO GEOGEBRA**



Nota: A) elemento original; B) com translações (associadas ao vetor que caracteriza a translação, ao seu simétrico ou a composições dos mesmos); C) com reflexão de eixo perpendicular ao centro do friso e translações; D) com reflexão deslizante e translações; E) com reflexão de eixo com a mesma direção dos vetores associados às translações; F) com reflexão de eixo perpendicular ao centro do friso e reflexão de eixo com a mesma direção dos vetores associados às translações; G) com meia volta e translações e H) com meia volta, reflexão de eixo perpendicular ao centro do friso e translações.

Fonte: As imagens são propriedade das autoras.

Um friso é uma figura plana que admite como grupo de simetrias um conjunto de isometrias do plano que fixam uma reta e cujas translações do grupo formam um subgrupo cíclico infinito, tendo os vetores associados às translações a mesma direção. Existem apenas sete grupos de frisos. Os que se apresentam na figura 6 foram concebidos a partir de exemplos construídos no GeoGebra pelos alunos.

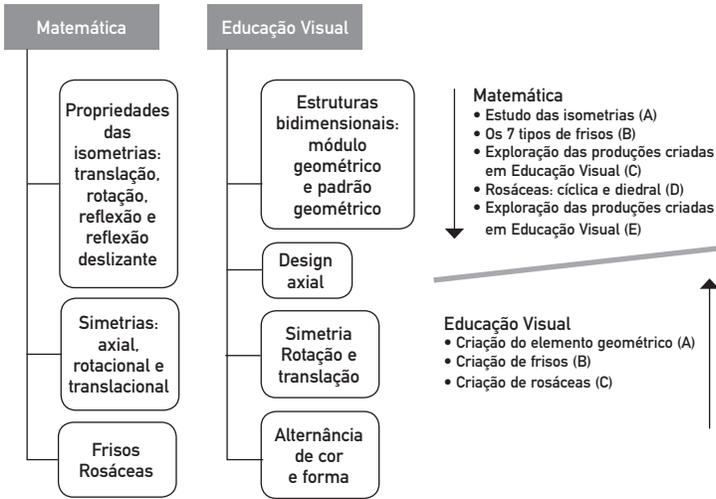
FRISOS E ROSÁCEAS: VIVÊNCIA CRIATIVA EM MATEMÁTICA E EDUCAÇÃO VISUAL

Apresenta-se, agora, a abordagem interdisciplinar desenvolvida, envolvendo Matemática e Educação Visual – os conteúdos e a sequência das atividades em sala de aula (na figura 7), com alunos do 8º ano de escolaridade, com cerca de 13 anos de idade. Na etapa A, os alunos, a pares, exploraram, em Matemática, propriedades das isometrias recorrendo ao GeoGebra. Em Educação Visual, usando sempre instrumentos de desenho, procederam, individualmente, à conceção e criação do elemento geométrico (figura 8). Na etapa B, finalizada a exploração das propriedades das isometrias em Matemática, foram analisados, usando o GeoGebra, os sete tipos de frisos e, em Educação Visual cada aluno procedeu à construção de três frisos diferentes (figura 9). Na etapa C, os frisos construídos pelos alunos foram explorados em Matemática, com recurso ao GeoGebra, com vista a identificarem processos de construção dos mesmos.

Em Educação Visual, os alunos procederam à criação de três rosáceas, como exemplificado na mesma figura. Na etapa D, em Matemática, foram analisados os dois tipos de rosáceas – cíclica e diedral. Finalmente, na etapa E, as rosáceas criadas pelos alunos em Educação Visual foram exploradas em Matemática, com recurso ao GeoGebra, com vista à identificação de processos da sua construção.

FIGURA 7

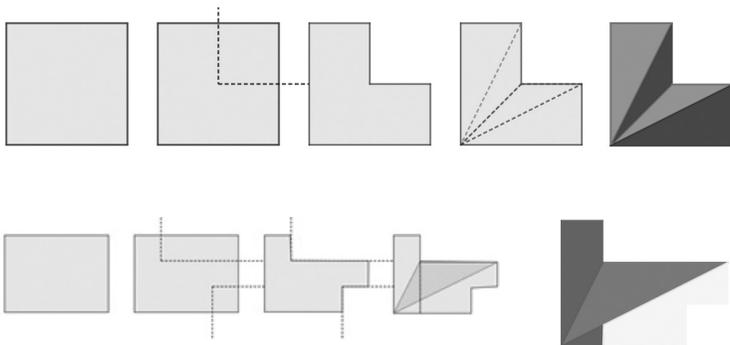
CONTEÚDOS E SEQUÊNCIA DAS ATIVIDADES DA ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR



Fonte: Esquemas elaborados pelas autoras.

FIGURA 8

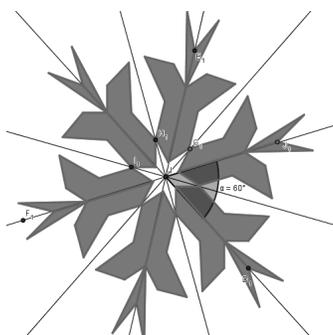
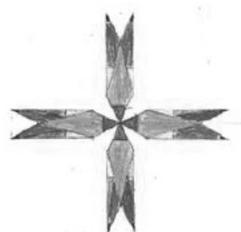
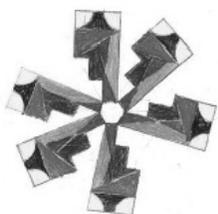
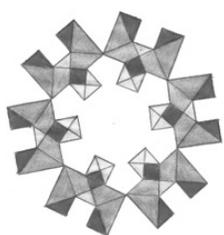
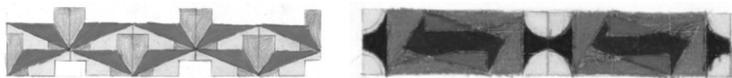
CONSTRUÇÃO DO ELEMENTO A USAR NAS CONSTRUÇÕES E RESPETIVA COLORAÇÃO



Fonte: Esquemas elaborados pelas autoras.

FIGURA 9

FRISOS E ROSÁCEAS CONSTRUÍDOS PELOS ALUNOS EM EDUCAÇÃO VISUAL



Rosácea diedral explorada em Matemática

Fonte: As imagens são propriedade das autoras.

E TODOS SAÍRAM BENEFICIADOS!

Práticas de natureza interdisciplinar envolvendo a Matemática e Educação Visual não são familiares aos alunos e esta relação poderá parecer pouco provável – “Professora... , fazer desenhos a matemática?”, “Professora, eu não sei desenhar...”. As primeiras tarefas no Geogebra foram realizadas de forma pouco confiante, mas a turma foi evoluindo e diluiu-se a intervenção do professor – “Professora, amanhã posso trazer o meu computador?”, “Professora, posso construir frisos no GeoGebra? Posso enviar para o seu e-mail?”. Por outro lado, a mobilização de competências matemáticas em Educação Visual concorreu para um mais sólido desenvolvimento das mesmas e de competências de expressão e comunicação visual, transversais e/ou específicas, e de uma forma motivadora. Em particular, os alunos puderam desenvolver a criatividade e a capacidade de expressão visual quando: 1) desenvolveram uma ideia original e atenta a pormenores, estabeleceram novas relações e as organizaram noutras bases; e 2) utilizaram, intencionalmente, novos conhecimentos e os aplicaram em novos elementos visuais. Isto contribui para apreciarem e valorizarem ambas as áreas, questionarem alguns mitos e para desenvolverem confiança nas suas capacidades – “Eu gostei mais de fazer as isometrias assim do que das outras vezes”, “Foi divertido e aprendi.”, “Achei uma experiência interessante e pensei que ia ficar mal”. Assim, abordagens de ensino deste género, além de serem mais criativas e desafiantes, permitem desenvolver saberes e competências das várias áreas em causa.

Mas esta vivência didática também introduziu mudanças a Educação Visual que instigaram a que a docente saísse da sua zona de conforto e tivesse de aprofundar conceitos, visitar orientações, designadamente, curriculares e reinventar uma verdadeira praxis, inovadora. Isso contribuiu para o seu próprio desenvolvimento profissional. Por isso, deveria acontecer

de forma mais regular e sistemática. Um mundo globalizado e conectado de ideias traz para a sala de aula a urgência da comunicação interdisciplinar, não devendo ser entendida como uma “definição” mas como um princípio organizador, orientado para efetivas, fundamentadas e refletidas práticas educativas. Isso permitirá pensar e agir interdisciplinarmente, vendo o todo não como um somatório das partes mas como algo que o transcende tendo por base um genuíno diálogo entre as diversas áreas do saber. É essa a ideia da fusão sintetizada na sigla STEMA – romper com as barreiras entre as áreas – permitindo a mobilização de competências de forma integrada concorrendo para uma aprendizagem significativa. Privilegiar o trabalho em conjunto propicia a partilha de saberes, contribuindo para o desenvolvimento de competências sócio emocionais criativas, alinhadas com os objetivos do *Desenvolvimento Sustentável*.

BIBLIOGRAFIA

- AMARAL, E. e CABRITA, I. (2016): “Matemática e Educação Visual: Uma parceria favorável à apropriação das isometrias”, *Congresso Ibero-Americano em Investigação Qualitativa/1st International Symposium on Qualitative Research*, Porto, vol. 1, pp. 1262-1271 [disponível em <https://proceedings.ciaiq.org/index.php/ciaiq2016/article/view/726/713>].
- (2017): “Uma abordagem interdisciplinar para a apropriação das isometrias”, *Campo Abierto*, vol. 36, nº 1, pp. 109-136 [disponível em <https://doi.org/10.17398/0213-9529.36.1.109>].

**EL PROYECTO CONTENEDORES:
MATERIALES DIDÁCTICOS PARA UNA CIENCIA CORDIAL**

**JUAN CARLOS GONZÁLEZ GALBARTE
Y LUIS ELOY FERNÁNDEZ GARCÍA**

El proyecto sobre materiales didácticos para la cultura científica que se desarrolla en el marco de la Comunidad de Educadores Iberoamericanos para la Cultura Científica de la OEI, conocido como proyecto Contenedores¹, comienza a desarrollarse por el profesor Martín Gordillo en el año 2009. No estará de más, por tanto, recordar sus características y objetivos dentro del marco de las iniciativas que pretenden hacer de la enseñanza de las ciencias una experiencia más cordial, transmitiendo una idea mucho más entrañable de la tecnociencia, al menos desde el ámbito educativo. Y decimos más cordial y entrañable porque la realidad sobre la que operan estos materiales no se circunscribe a las distinciones escolares en materias o asignaturas, más o menos áridas y distantes, sino que buscan un acercamiento abierto, polivalente, controlable por el usuario, comprensible, participativo; en el que la selección de materiales y el trabajo sobre los mismos también deben seguir esas características. En resumen, y dicho de otro modo, un acercamiento cordial al

1. Disponible en <http://ibercienciaoei.org/contenedores/index.php>

mundo tecnocientífico. Veamos por qué el proyecto Contenedores responde a todo ello.

ANTECEDENTES DE CONTENEDORES

La Comunidad de Educadores Iberoamericanos para la Cultura Científica (Martín Gordillo y Osorio, 2012) nace en el año 2009 tras una intensa década de acciones formativas de la OEI relacionadas con el enfoque CTS que se había iniciado con el Curso Experimental para la Formación de Docentes en el Enfoque CTS para profesores de educación secundaria, puesto en marcha en el año 2001. La idea central era, y sigue siendo, mostrar las relaciones entre el conocimiento científico-tecnológico y la sociedad y trabajar la formación tecnocientífica desde una perspectiva CTS. O lo que ahora llamaremos la búsqueda de una formación en ciencias atendiendo a la idea de una tecnociencia entrañable y de unas ciencias más cordiales.

La parte didáctica de los cursos se desarrolló mediante la experimentación de casos simulados de educación CTS (de los que trata el capítulo siguiente) que, favoreciendo la participación de los estudiantes en el aula desde el trabajo en controversias tecnocientíficas agrupadas u ordenadas en temáticas, son los que conforman hoy los contenedores: salud, medioambiente, energía, urbanismo y transporte, tecnologías digitales, etc. Todo el proceso de formación se llevó a cabo a través de una plataforma digital. Eso permitió una participación muy activa y enriquecedora sobre las relaciones entre tecnociencia y sociedad, la educación y la imagen tradicional de la ciencia, diferentes cuestiones de política y ética científica, cuestiones metodológicas o didácticas relacionadas con la educación tecnocientífica desde una perspectiva CTS que aglutinaron distintas perspectivas geográficas y diferentes culturas docentes.

Además de las iniciativas de formación y difusión citadas, algunos países han insertado este enfoque en reformas educativas (Uruguay o México en el nivel de la educación secundaria), bien como materias (CTS y valores) o como injertos en las tradicionales materias científicas y tecnológicas. Igualmente, en los niveles universitarios de muchos países se han creado cursos de posgrado o aparecen cursos de formación en carreras de ingeniería, sociología y comunicación (Martín Gordillo y Osorio, 2012).

LOS MATERIALES. CARACTERÍSTICAS Y OBJETIVOS

Si se trata de hacer de las ciencias y las tecnologías algo más entrañable y cordial, ¿cuál debería ser el punto de partida?, ¿los manuales didácticos?, ¿el material docente? Ya hay algunos buenos materiales y prácticas docentes pensados desde este punto de vista, pero el profesor Martín Gordillo ha optado por partir de un material que, por su objetivo y situación, presenta para la ciudadanía, para el público, una visión próxima de la tecnociencia. Este material son las noticias, artículos o reportajes de prensa que proceden de las secciones —escasas hasta hace poco, aunque van en aumento— que los medios dedican a las ciencias y las tecnologías.

El material se agrupa en siete grandes bloques o contenedores: los retos de la salud y la alimentación, los desafíos ambientales, las nuevas fronteras de la materia y la energía, la conquista del espacio, el hábitat humano, la sociedad digital y otros temas de cultura científica. Como se puede ver, los títulos de cada uno de los contenedores se alejan bastante de lo que tradicionalmente es la división curricular de las materias tecnocientíficas: Química, Física, Biología, Matemáticas, Tecnología, etc., y es que, como ya apuntábamos más arriba, la realidad se reduce difícilmente a esa compartimentación curricular de nuestras escuelas.

LOS RETOS DE LA SALUD Y LA ALIMENTACIÓN

Si hay algún terreno de la investigación tecnocientífica que siempre suscita interés entre el público o la ciudadanía, ese es sin duda el de la salud. Vemos con frecuencia —y no siempre con rigor— noticias relacionadas con temas sanitarios o con investigaciones en temas de salud. Muchas veces son estas las que ocupan los espacios dedicados a “la ciencia” en los informativos de televisión. Pues bien, el primero de los contenedores se ocupa de temas de salud y, como una parte muy relevante de los mismos, de la alimentación. No solo desde una perspectiva divulgativa, “tradicional” o positivista centrada en los logros de la investigación —que también podemos encontrar—, sino de los aspectos sociopolíticos y económicos con los que estos temas se presentan. Así, hay materiales sobre la resistencia bacteriana, varios tratan cuestiones éticas y legales, otros hablan de los trasplantes de órganos, de la aparición del SIDA o la composición de las hamburguesas en los restaurantes de comida rápida; del funcionamiento de nuestra memoria a los peligros de la homeopatía, o de la obesidad a los mitos relacionados con los transgénicos.

LOS DESAFÍOS AMBIENTALES

Ese es el título del segundo de los contenedores. Y tampoco será necesario insistir en su importancia. Son cuestiones de gran calado político y social y, sin caer en exageraciones apocalípticas, claves para nuestra supervivencia. Por citar una visión divulgativa (y militante) sobre la actualidad de estos temas, recordemos que Al Gore acaba de estrenar la segunda parte de su documental, titulada ahora *Una verdad muy incómoda: ahora o nunca*². Y, como detalle, recordemos que el estreno se retrasó

2. Más información disponible en <https://www.filmaffinity.com/es/film170551.html>

para poder ser editado con una noticia reciente: la retirada de los Estados Unidos de Norteamérica del pacto del clima de París. Nos vamos a encontrar aquí con temas que van desde el uso de los biocombustibles a entrevistas que nos previenen de que “estamos rozando el límite del uso del planeta al servicio de nuestro sistema económico”; del impacto del cambio climático en islas Galápagos a los intentos para “resucitar” a los mamuts; de la extensión de la energía eólica al final de la cultura Nazca; o de las patentes de organismos marinos a la construcción de viviendas autosuficientes desde el punto de vista energético.

LAS NUEVAS FRONTERAS DE LA MATERIA Y LA ENERGÍA

En este tercer contenedor encontramos un tema clásico de las materias tecnocientíficas y donde la perspectiva CTS muestra una de sus características más relevantes: proximidad a la ciudadanía, la necesidad de una alfabetización en cuestiones tecnocientíficas que lleve a una participación en dichas cuestiones. Es en este contenedor donde también podrán encontrarse cuestiones de actualidad y que suscitan fuertes polémicas. Desde la cuestión del *fracking* a la de las partículas que permiten nuestra comprensión del universo; de los rayos X como herramienta para la observación del interior de las células a los tornados “provocados” por el aleteo de una mariposa; o de la energía que hay en el rayo de una tormenta a la confirmación de las ideas de Einstein.

LA CONQUISTA DEL ESPACIO

Hablar del espacio, de los viajes a otros planetas, de la existencia de vida extraterrestre, sigue siendo uno de los elementos que más contribuyen a nuestra capacidad de imaginar cómo será el futuro. Muchos de los temas de la ciencia ficción se nutren de algunas de las cuestiones que encontramos tratadas

desde una perspectiva rigurosa y actual en el contenedor que lleva por título *La conquista del espacio*. La astronomía es esa ciencia que despierta la curiosidad y cuya importancia no se encuentra en la aplicación práctica o inmediata de sus resultados, sino que casi roza el interés estético. Así que aquí se plantearán asuntos tales como si puede haber más de un universo y, de ser así, ¿cuántos podrían existir?; ¿cómo fueron los primeros instantes del universo que habitamos?, ¿podríamos rastrearlos?, ¿cuáles son las verdaderas dimensiones de nuestro sistema solar?; ¿cómo podemos resolver el problema de la basura espacial que estamos generando?; ¿están cerca los viajes de placer por el espacio?; ¿para qué “sirve” la astronomía?

EL HÁBITAT HUMANO

Seguramente, hoy hay mucha gente, muchos de nuestros alumnos y alumnas, concienciada por los problemas ecológicos y medioambientales, como los que se tratan y se han mencionado en el segundo contenedor. Pero lo cierto es que, aunque sería deseable, la mayor parte de nuestra vida no se va a desarrollar en un medio natural, ni siquiera mayormente rural. Y ello porque desde hace más de un lustro, y por primera vez en la historia de la humanidad, más de la mitad de la misma vive en un entorno urbano. En el año 2014 se calculaba que ese porcentaje era del 54% de toda la población, y se prevé que para el año 2050 se sitúe en el 66% (según un informe de la ONU)³. Todo ello plantea la necesidad de abordar dónde vamos a vivir y cómo queremos hacerlo. Es decir, cuestiones tecnocientíficas que tienen que ver con el hábitat urbano. Estos temas son los que se tratan en el quinto contenedor, dedicado al *Hábitat humano*, y que abordan cuestiones como el transporte (la redefinición del

3. Disponible en <http://www.un.org/es/development/desa/news/population/world-urbanization-prospects-2014.html>

papel de las autopistas en la ciudad, los nuevos vehículos sin conductor, el papel de las medianeras en el paisaje, etc.), la arquitectura y el urbanismo como terrenos en los que es posible una participación de la ciudadanía que no perciba estos asuntos como lejanos, propios solo de expertos (el problema de las arquitecturas “mediáticas”, Oscar Niemeyer como arquitecto centrado en la gente, el impacto en la economía de las construcciones deficientes, los barrios y su recuperación, los diferentes modelos de ciudad, etc.); y todo un conjunto de temas que tienen que ver con la idea utópica de ciudad, cómo imaginamos y deseamos las ciudades y las viviendas del futuro.

LA SOCIEDAD DIGITAL

Desde que en los años noventa del pasado siglo se produjo la expansión del mundo digital ya no parece haber dudas de que nos encontramos ante una transformación revolucionaria. Una transformación que no solo es artefactual o limitada a los dispositivos que hacen uso de lo digital, sino que tiene un impacto transformador en todos (sin exageración) los planos de nuestra existencia. Los historiadores y los sociólogos hablan de la revolución neolítica, con la aparición y expansión de la agricultura; de la Revolución Industrial, con el desarrollo de los procesos productivos basados en la fábrica y las técnicas que a partir del siglo XVIII han conformado las sociedades hasta el presente. Y hoy es habitual oír y leer la expresión “revolución digital”. Porque, en efecto, los cambios que estamos viviendo, y de cuyas dimensiones vamos siendo cada vez más conscientes, son cambios revolucionarios. Tanto como lo fueron los de las anteriores revoluciones. Hay quien dice que mucho más. Y tampoco extrañará que este sea el terreno donde vemos más claramente análisis, valoraciones, y posicionamientos muy controvertidos acerca de las ventajas, los peligros, los cambios... que el mundo de lo digital está introduciendo en nuestras existencias.

De esto da buena cuenta el material incluido en este sexto contenedor, *La sociedad digital*. A todos los niveles. En el plano de las relaciones personales, de las relaciones entre géneros (¿es machista el mundo de internet?; ¿es sexista WhatsApp?, ¿cómo actuar contra los ciberacosadores?, ¿cuántos amigos se pueden tener en Facebook?, ¿qué es un amigo en este mundo digital?, ¿cómo se es adolescente en el mundo digital?). También son muchos los cambios en nuestras capacidades, en nuestras potencialidades. Aunque no siempre se valoran positivamente. Tenemos materiales sobre la memoria y el olvido digitales. También sobre el impacto en nuestras ideas o ideologías: ¿nos hace lo digital más críticos o más sumisos y cerrados en nuestros prejuicios? Y en cuanto a nuestra inteligencia... ¿la red y los smartphones nos hacen más inteligentes? o ¿PowerPoint nos está estupidizando? Y ni que decir tiene que uno de los espacios donde el impacto de lo digital está siendo más revolucionario (a pesar de que frente a ese impacto reaparezcan las posturas de los apocalípticos y los integrados) y lo será cada vez más, es en la escuela, y en el mundo de la educación en un sentido amplio. Sobre ello hay también una amplia oferta de materiales en este contenedor.

OTROS TEMAS DE CULTURA CIENTÍFICA

En fin, el séptimo de nuestros contenedores es el que se ocupa de la reflexión sobre los temas que tienen que ver con la tecnología misma, son *Otros temas de cultura científica*. Aquí tienen cabida asuntos como la creatividad en la escuela, la hace tiempo considerada perniciosa separación entre ciencias y letras, el papel de la ciencia en el género de la ciencia ficción, las vidas de científicos y científicas que con su práctica nos han hecho visualizar lo que debe ser la ciencia entrañable, etc.

Es imposible recoger aquí ni siquiera los títulos de los más de cuatrocientos materiales disponibles actualmente en

Contenedores. Así que, como muestra de sus temáticas, se presentan a continuación solo los títulos de este último.

- El mejor de los públicos
- Jaque mates
- La ciencia y la vida según Oliver Sacks
- Arte e ciencia: labirintos que se encuentran
- ¿Qué estudiarán los bebés de hoy?
- Los contenedores del cambio
- Ecuador ostenta tres avances científicos
- ¿Están los estudiantes bien preparados?
- Desinterés por la cultura científica
- La supervivencia de la teoría más apta
- El peor error del género humano
- Ciencia y letras: un divorcio infeliz
- Mentiras vergonzosas
- Despertar en el futuro
- La buena escuela no asfixia la creatividad
- "Con demasiada frecuencia los periodistas usan los números como decoración de las noticias". Entrevista a John Allen Paulos, profesor de Lógica de la Universidad de Temple (Filadelfia)
- Comunidad de Educadores para la Cultura Científica
- Neander Park
- Una película para derribar la escuela
- Luces para aprender: un paso del siglo XIX al siglo XXI
- El problema de la longitud geográfica
- La ciencia toma la ficción y... viceversa
- "La divulgación en España es más una afición que una profesión. Desafortunadamente para todos...". Entrevista a Sergio L. Palacios, profesor de Física de la Universidad de Oviedo
- La sociedad de la ignorancia
- La ciencia y su historia
- Mujeres en movimiento

- ¿Creacionismo o evolución? Un debate que brilla por su ausencia en las aulas
- El terremoto y el tsunami son el antiicono. Entrevista con Mario Albornoz
- Nautilus, una invitación a viajar por las agitadas aguas del conocimiento científico
- Solo la escuela enseña a convivir
- Cómo envejecer en Atapuerca
- Si lo dice un científico, va a misa
- “La cultura científica tiene un extraordinario valor práctico para mejorar la vida de las personas”. Entrevista a José Antonio López Cerezo
- Azar
- 12 acontecimientos que cambiarían el mundo
- Que las matemáticas se hagan visibles
- Mariano Martín Gordillo: “Educar es mucho más que enseñar: es humanizar”
- Nacidos para viajar
- 2010: El año de la educación en Iberoamérica
- Las dimensiones de la ciencia como práctica. Finalidades de la enseñanza de las ciencias y relevancia de la ciencia escolar
- El habla de los monos
- Pedagogía y crisis
- El alma científica del arte
- Las ciencias buscan método
- Entrevista a Carmen Vela. “No se entiende la educación como mera transmisión de conocimientos, sino para dar valor a la vida”
- El Canal de Panamá I: La tecnología al servicio de la globalización
- El Canal de Panamá IV: La tecnología al servicio de la política
- O planeta en riesgo
- El valor del segundo
- E o mundo (ainda) não se acabou
- El olfato periodístico de la ciencia
- Las dos culturas
- Fobias y otras hipocondrías de la técnica
- “Es importante que las mujeres investiguen e influyan en el desarrollo de la nueva Física”. Entrevista a Pilar López Sancho, investigadora del CSIC
- Scopes, Darwin y Gina

- "Lo que Darwin sabía de la evolución es menos del 1% de lo que sabemos ahora".
Entrevista a Francisco José Ayala, biólogo de la Universidad de California
- La hembra tenía mano en la prehistoria
- El riesgo del sonambulismo
- Una probeta con bigotes
- Ciencia para ciudadanos

┌

└

Una idea que no debemos dejar escapar en torno a todas estas temáticas es que encontramos en los materiales de los contenedores y en la denominación de los mismos la idea de la ciencia como prospectiva, como algo que nos dirige y apunta hacia el futuro.

Ha de señalarse que con el mismo afán divulgativo y prospectivo encontramos programas de televisión. No solo los clásicos documentales, sino también otros formatos, como entrevistas con científicos y tecnólogos en un sentido amplio y otros destacados profesionales en su campo (políticos, periodistas, etc.). La mayor parte de invitados o instituciones pertenecen al mundo de la tecnociencia. Todos ellos dan cuenta de la situación actual de su campo de trabajo, pero, sobre todo, de hacia dónde se dirigen esas investigaciones. Y ello desde un tratamiento periodístico cercano a la cordialidad y a la cualidad de entrañable que venimos apuntando⁴.

Pues bien, los materiales de Contenedores buscan (y consiguen, si atendemos a lo que los miles de docentes que los utilizan transmiten) ese afán prospectivo y formativo en este repertorio que viene siendo creciente desde hace ya una década.

4. *Cuando ya no esté. El mundo dentro de 25 años*, #0 de Movistar [disponible en <http://www.movistarplus.es/cero/cuandoyanoeste>].

UNA DIDÁCTICA CORDIAL

Los materiales de los contenedores están concebidos como materiales flexibles, adaptables a diferentes niveles y contextos curriculares, expandibles, transversales o multidisciplinares...; en fin, lo que podríamos resumir diciendo que estamos ante unos materiales con una visión cordial de la tecnociencia. Pero también de la didáctica misma. La estructura de dichos materiales es recurrente formalmente y consta —tras la portada— de una noticia o artículo que será el núcleo sobre el que se va a trabajar, una ficha de identificación del material (título, autoría, fuente periodística de la que procede, fecha de publicación, formato —reportaje, entrevista, etc.—, contenedor en el que se ubica y un código de referencia). Tras esto, encontramos una serie de cuestiones que serán las que guíen el trabajo sobre el material y, finalmente, unas sugerencias para el profesorado sobre cómo puede ser la explotación didáctica.

Esto es lo que formalmente vemos. Pero la potencia del material está en cómo se tratan y cuáles son esas cuestiones. Ciertamente, siempre vamos a encontrar una primera que remite a una serie de afirmaciones sobre las que habrá que señalar si son verdaderas o falsas en el texto de referencia. Entre esa primera cuestión y la última encontramos un amplio abanico de modos de trabajo, de sugerencias didácticas, que no dejan ningún aspecto de lo que debería ser la educación tecnocientífica de una ciudadanía consciente y crítica. Y esto incluye cuestiones que demandan una búsqueda de información en diferentes fuentes (digitales, sí, pero también en documentos más “vegetales”), cuestiones que piden una investigación más empírica (encuestas, cuestionarios, entrevistas...) y otras donde también será muy importante la creatividad (exposiciones dramatizadas en vídeos, en programas de audio, a través de imágenes...). En fin, aspectos de una formación escolar en ciencias y tecnologías que muchas veces se descuidan desde espacios curriculares más rígidos.

Vamos a ilustrar todo esto con algún ejemplo de los materiales anteriormente comentados.

El primero es sobre lo digital y se refiere a una controversia que, aunque tiene ya cierto tiempo, sigue vigente en los mismos términos o parecidos. La noticia lleva por título “¿PowerPoint nos hace estúpidos?”⁵ y trata de la aparición del libro de Franck Frommer sobre lo que llamaba *El pensamiento PowerPoint*. Es un tema del que también se han ocupado otros autores en un sentido más general, entre los que están Jaron Lanier⁶ o Nicholas Carr⁷, y refleja, con muchos matices, ciertamente, la controversia entre tecnófilos y tecnófobos. O lo que se conoce como el síndrome de Frankenstein en la visión de las relaciones entre sociedad y tecnologías.

Vayamos al material de nuestros contenedores.

En primer lugar, encontramos una noticia de prensa que da cuenta del asunto y plantea, de modo polémico, provocador y atractivo para los lectores, la polémica.

La ficha de catalogación muestra todos los datos sobre el texto y su lugar en los contenedores. Sabemos si es un reportaje, una entrevista, una noticia o un artículo de opinión.

5. Disponible en <https://elpais.com/diario/2010/10/20/radiotv/1287525602850215.html>

6. Véase Lanier, 2011 y 2014.

7. Véase Carr, 2011 y 2014.

FICHA DE CATALOGACIÓN

Título:	¿PowerPoint nos hace estúpidos?
Autor:	Tomás Delclós
Fuente:	<i>El País</i> (España)
Resumen:	Mantener la atención y el interés del público ha sido siempre el anhelo de todo conferenciante. Hoy, las exposiciones públicas parecen facilitarse con el uso del PowerPoint. La sala oscura, la voz del conferenciante y la pantalla iluminada en la que una serie de diapositivas acompañan sus palabras parecen haberse convertido en el modelo universal de disertación. Sin embargo, no siempre está claro quién acompaña a quién: las diapositivas al ponente o el ponente a las diapositivas. Tampoco es seguro que el efecto hipnótico de estas garantice que la comunicación mejore con el uso del PowerPoint. Distinguir entre el uso, el abuso y el mal uso de este tipo de programas es importante si lo que se desea no es solo transmitir información, sino que el destinatario la reciba en las mejores condiciones.
Fecha de publicación:	20/10/10
Formato:	<input type="checkbox"/> Noticia <input checked="" type="checkbox"/> Reportaje <input type="checkbox"/> Entrevista <input type="checkbox"/> Artículo de opinión
Contenedor:	<input type="checkbox"/> 1. Los retos de la salud y la alimentación <input type="checkbox"/> 2. Los desafíos ambientales <input type="checkbox"/> 3. Las nuevas fronteras de la materia y la energía <input type="checkbox"/> 4. La conquista del espacio <input type="checkbox"/> 5. El hábitat humano <input checked="" type="checkbox"/> 6. La sociedad digital <input type="checkbox"/> 7. Otros temas de cultura científica
Referencia:	6MMG126

Las actividades sobre el material, en este caso, tienen como objetivo diferentes habilidades del alumnado. En primer lugar, la lectura y comprensión de la noticia misma y sus argumentos (las numeradas 1, 2 y 5); luego, la capacidad de investigar y de extender algunas de las ideas tratadas (la 3,4 y 6) y,

finalmente, la capacidad de crear, de construir y de exponer ante un público esa creación (la 7 y 8).

PROPUESTA DIDÁCTICA
ACTIVIDADES PARA EL ALUMNADO

1. Señala cuáles de las siguientes afirmaciones son verdaderas y cuáles falsas teniendo en cuenta lo que se dice en el texto sobre el uso del PowerPoint:

1. El ejército de Estados Unidos utiliza PowerPoint y está muy satisfecho con ese programa.	V	F
2. El periodista Franck Frommer ha publicado un libro crítico con PowerPoint.	V	F
3. Se conoce con exactitud el número de usuarios de PowerPoint: son 500 millones de personas.	V	F
4. PowerPoint es un programa creado por Microsoft.	V	F
5. Según Frommer, la ventaja de PowerPoint es que permite que predominen los contenidos de lo que se que expone sobre los aspectos formales.	V	F
6. PowerPoint es un programa que facilita y promueve la participación del público durante las conferencias.	V	F
7. Este tipo de programas obligan al expositor a tener un conocimiento y un control muy notable de lo que está comunicando.	V	F
8. A Frommer le preocupa el uso de PowerPoint en educación porque no favorece el intercambio y la comunicación.	V	F
9. Ver solo la serie de diapositivas de una conferencia garantiza que se ha comprendido lo que el conferenciante ha querido comunicar.	V	F
10. El libro de Frommer ha recibido un aplauso unánime. Todo el mundo está de acuerdo en lo que plantea.	V	F

2. Resume el reportaje intentando responder a la pregunta que le da título.
3. ¿Qué significa PowerPoint? ¿Qué te sugiere la traducción de esas dos palabras?
4. ¿Hay otros programas para presentaciones de apoyo a las exposiciones públicas? ¿Cómo se llaman? ¿Quién los produce? ¿Qué diferencias tienen con el PowerPoint?
5. Repasa el reportaje y señala diez cosas que no se deben hacer nunca en exposiciones apoyadas en presentaciones digitales.

6. Busca diez ejemplos de malos usos del PowerPoint u otros programas de presentaciones digitales. Puedes seleccionar diez presentaciones con esos programas y comentar algunos de los errores y malos usos que comentabas en la actividad anterior.
7. Haz una presentación en PowerPoint u otro programa de presentaciones digitales en la que se muestre y ejemplifique cómo debe hacerse un buen uso de esos apoyos en las exposiciones públicas. No estaría mal que esa presentación consistiera en la denuncia de esos diez usos inadecuados y en la presentación de diez recomendaciones.
8. Defiende ante un determinado público lo que has preparado en la actividad anterior.

┌

└

Los posibles usos didácticos pueden ser variados, adaptarse a diferentes niveles y contextos educativos, así como a distintas temporalizaciones. Pero también se sugieren algunas pautas de trabajo que se encuentran en una propuesta didáctica para el profesorado.

Otros casos se plantean básicamente con la misma estructura, aunque con variantes. Por ejemplo, el dedicado a la idea de *Superinteligencia* de Nick Bostrom y a su Instituto del Futuro de la Humanidad de Oxford, partiendo del reportaje donde se habla del porvenir⁸, se proponen algunas actividades de debate y discusión sobre el futuro de la humanidad: en todos los casos el tratamiento didáctico propuesto se ajusta al tema.

8. Disponible en <https://goo.gl/gQHVD1>

7. Elije uno de los "cinco jinetes" de los que habla Anders Sandberg al final del reportaje y busca más información sobre ese tema para preparar un pequeño informe prospectivo en relación con él.
8. Imagina que en tu país alguien propone la creación de un Instituto para el Futuro de la Humanidad como el que Nick Bostrom dirige en Oxford para que se investigue sobre esos temas. Redacta un texto para justificar la importancia de que un grupo de expertos se dediquen a investigar en esos temas. ¿Quiénes podrían ser esos expertos?
9. Sobre cada frase de la siguiente quiniela, señala tu postura: de acuerdo, desacuerdo o duda. Selecciona dos o tres frases de la quiniela que te parezcan destacables (estés o no de acuerdo con lo que dicen) y redacta un comentario sobre ellas.

QUINIELA SOBRE EL FUTURO DE LA HUMANIDAD

1. A finales de este siglo seguramente habrá máquinas tan inteligentes como los humanos.	1	X	2
2. Cuando la inteligencia artificial llegue a desarrollar máquinas capaces de aprender por sí solas habrá dos especies inteligentes en el planeta.	1	X	2
3. Sería deseable que los automóviles inteligentes estuvieran programados para que, en caso de accidente, tomaran decisiones que causaran el menor número de muertes.	1	X	2
4. Me compraría un automóvil que, en caso de accidente con otro en el que viajaran más personas, optara por salvar la vida de ellos en lugar de la mía.	1	X	2
5. La inteligencia humana siempre toma las mejores decisiones desde un punto de vista ético.	1	X	2
6. La inteligencia artificial podría llegar a tener en cuenta más variables en sus decisiones que las que es capaz de considerar la inteligencia humana.	1	X	2
7. En el desarrollo de la Inteligencia Artificial, todo lo que puede hacerse debe hacerse.	1	X	2
8. El mundo es mejor desde que los ejércitos disponen de drones.	1	X	2
9. Los seres humanos siempre han controlado y controlarán los efectos de la tecnología.	1	X	2
10. Los seres humanos han sido y serán siempre más peligrosos que las máquinas.	1	X	2

1: de acuerdo; X: en duda; 2: en desacuerdo

Veamos uno del tercer contenedor, sobre la materia y la energía. Aquí se parte de un reportaje sobre los rayos y cómo se puede medir su energía⁹.

PROPUESTA DIDÁCTICA
ACTIVIDADES PARA EL ALUMNADO

1. Señala cuáles de las siguientes afirmaciones son verdaderas y cuáles falsas teniendo en cuenta lo que se dice en el texto sobre las descargas eléctricas en las tormentas:

1. Los truenos son generados por las súbitas elevaciones de temperatura de las descargas eléctricas que expanden el aire a gran velocidad y dan lugar a una onda de choque.	V	F
2. El rayo es una descarga eléctrica masiva que polariza las cargas que se acumulan en las nubes de tormenta.	V	F
3. Cada día se desencadenan unos 6.000 relámpagos en nuestro planeta.	V	F
4. En las nubes de tormenta las cargas eléctricas negativas se transfieren a la parte alta de la nube y las negativas se concentran en las partes inferior y media.	V	F
5. Para que se produzca un rayo es necesario que en la nube de tormenta la diferencia de potencial sea próxima a un millón de vatios.	V	F
6. En las tormentas, los truenos son los fenómenos visuales y los relámpagos los auditivos.	V	F
7. La detección de las zonas en las que se producen rayos con más frecuencia es importante para la prevención de incendios.	V	F
8. La ráfaga de un rayo se compone únicamente de descargas descendentes.	V	F
9. Desde 1992 se han registrado en España unos 32.000 rayos.	V	F
10. Cobijarse bajo un árbol alto y aislado puede resultar peligroso cuando hay tormenta.	V	F

9. Disponible en <https://goo.gl/VjhE3L>

2. Repasa el texto y anota los conceptos físicos y las unidades de medida relacionadas con la electricidad que aparecen en él. Explica con precisión el significado de todos ellos.
3. Busca mitos, relatos o películas en los que aparezcan tormentas. ¿Cómo es la descripción que se hace de ellas? ¿Qué interpretaciones se hacen sobre sus causas y consecuencias?
4. ¿Qué diferencias encuentras entre la imagen que se da de las tormentas en los mitos, relatos o películas que has analizado en la actividad 3 y la del reportaje?
5. Imagina que alguien te pide que vuelvas a reescribir ese reportaje haciendo que sea comprensible para niños pequeños. Trata de describirles con claridad la diferencia entre el rayo y el trueno y la naturaleza de ambos fenómenos. Intenta que tu texto sea muy claro y ameno pero sin perder rigor en su contenido.
6. ¿Qué son los pararrayos? ¿Cómo están contruidos? ¿Desde cuándo existen? ¿Dónde está el más próximo al lugar en el que vives?
7. ¿Hay tormentas en otros planetas? ¿De qué depende su existencia? ¿Pueden tener alguna relación las tormentas eléctricas con el origen de la vida?
8. Imagina que el departamento de protección civil de una zona en la que hay muchas tormentas te ha encargado que diseñes un folleto con recomendaciones preventivas en relación con las tormentas. Para preparar ese folleto conviene que, además del contenido del reportaje, busques más información sobre los riesgos asociados con las tormentas y las 3 circunstancias que pueden hacer atraer los rayos. El folleto podría incluir textos e ilustraciones (o solo ilustraciones) muy significativos sobre lo que debe hacerse y lo que no. También puedes incorporar información sobre la forma de prevenir incendios asociados a las tormentas así como los efectos que estas pueden tener en los animales domésticos.

┌

└

Vemos que se trata de investigar sobre los rayos, las rocas, la historia de la “domesticación” del rayo, y de exponer los resultados de esa investigación.

Bien, sería imposible enumerar todos y cada uno de la enorme cantidad de temas y actividades de Contenedores. Quede esta presentación como una invitación para conocer una

aproximación a los temas de la ciencia y la tecnología que busca promover una visión más cordial de ambas, y, por lo mismo, que los ciudadanos y ciudadanas del futuro vean las cuestiones tecnocientíficas de forma más entrañable que como lo han hecho hasta ahora.

BIBLIOGRAFÍA

- CARR, N. (2011): *Superficiales. ¿Qué está haciendo internet con nuestras mentes?*, Madrid, Taurus.
- (2014): *Atrapados. Cómo las máquinas se apoderan de nuestras vidas*, Madrid, Taurus.
- LANIER, J. (2011): *Contra el rebaño digital*, Barcelona, Debate.
- (2014): *¿Quién controla el futuro?*, Barcelona, Debate.
- MARTÍN GORDILLO, M. (2014): "Contenedores", *Escuela*, nº 4022, p. 36.
- (2016): "La ciencia, el futuro y las aulas. Algunas propuestas didácticas sobre prospectiva", *CTS. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, nº 33, vol. 11, pp. 113-142 [disponible en <http://www.revistacts.net/volumen-11-numero-33/322-dossier-cts/752-la-ciencia-el-futuro-y-las-aulas-algunas-propuestas-didacticas-sobre-prospectiva>].
- MARTÍN GORDILLO, M. y OSORIO, C. (2012): "Comunidad de educadores iberoamericanos para la cultura científica. Una red para la innovación", *Revista Iberoamericana de Educación*, nº 58, pp. 193-218 [disponible en <https://rieoei.org/RIE/article/view/480>].
- NOSTI, L. (2014): "Los Contenedores del cambio", *Escuela*, nº 4036, p. 30-31.
- OEI-IBERCIENCIA (2017): *Contenedores. Materiales didácticos para la cultura científica* [disponible en <http://ibercienciaoei.org/contenedores/index.php>].

UN NUEVO CASO SIMULADO CTS: EL PROYECTO BABEL Y EL FUTURO DE LAS LENGUAS

MARIANO MARTÍN GORDILLO

La auténtica seriedad de los estudios —que puede y debe ser severa, pero nunca grave ni presuntuosa— es inseparable de la vivacidad del juego, que no supone superficialidad ni frívola mofa. El verdadero juego es ligero, pero también apasionado y por consiguiente serio. Es raro, en la vida, que uno se entregue luego a otras actividades con el mismo ímpetu con el que se lanzaba a los juegos de la infancia. El juego —el que aún no ha sido pervertido por el mortal y aburrido fanatismo competitivo, que arruina todo placer para conseguir un récord estulto— es libertad, ironía, conciencia de las ficciones de las que está hecha la vida y participación intensa pero desenfadada en su carrusel. A diferencia de los adultos, que tan a menudo idolatran el papel que representan y hacen de él un falso absoluto que los aplasta, los niños que juegan a policías y ladrones saben que no son ni policías ni ladrones, pero en sus carreras y sus persecuciones se emplean todo lo a fondo que pueden.

La escuela tiene que enseñar una larga serie de nociones y —en respuesta a las exigencias de la época y a las vertiginosas transformaciones del mundo y de las formas de entenderlo y organizarlo— una amplia serie también de técnicas, cada vez más complejas. Pero tiene que enseñar todo esto con espíritu que haga también interiormente libres a los

alumnos y estudiantes en relación al mundo y a sus exigencias (Claudio Magris, *La escuela: risa y libertad*, 2001).

No hay nada más cordial que jugar. Y, como dice Claudio Magris, no hay mejor forma de aprender que jugando. Al menos, de aprender las cosas importantes de la vida. Esas que nos convierten en ciudadanos lúcidos y capaces de participar cordialmente en los asuntos que nos afectan. Por ejemplo, en la ciencia. Y capaces también de reclamar tenazmente que las tecnologías sean cada vez más entrañables (Quintanilla, 2017).

Por eso es bueno que el aula sea un espacio cordial y hasta juguetón. Un lugar en el que aprender a ensayar esos procesos de deliberación que resultan imprescindibles para afrontar los problemas, a veces muy serios, de un mundo continuamente transformado por el desarrollo tecnocientífico. Unos problemas en los que se entretujan los saberes con las opiniones y los valores con los intereses. Y todo ello sobre asuntos que afectan a muchas personas. Incluso a todas ellas. Porque muchos problemas son globales y deben ser abordados de la mejor manera posible. Mediante la participación democrática.

La democracia en el siglo XXI es más exigente que en cualquier otro tiempo. Para participar oportuna y eficazmente hay que ser más competente. En saberes, en actitudes y en hábitos dialógicos. Por eso, como dice Magris, es tan importante aprender mientras se juega y jugar mientras se aprende. Para ello es conveniente que las primeras controversias en las que los jóvenes participen sean simuladas. Igual que en los juegos, podemos crear con ellas un mundo verosímil, pero controlado, en el que aprender a participar. Es decir, aprender a deliberar, a negociar y a decidir antes de que el juego se ponga realmente serio.

La materia de Ciencia, Tecnología y Sociedad, de la que se habló en el primer capítulo, fue el vivero en el que algunos profesores españoles (reunidos en una pequeña comunidad innovadora llamada Grupo Argo) diseñamos estrategias didácticas

animadas por la voluntad de convertir nuestras aulas en espacios propicios para el aprendizaje de la participación. Son los casos simulados sobre controversias tecnocientíficas que presentaremos brevemente a continuación. Se trata de un proyecto CTS, con una clara vocación iberoamericana, que ha contado con el respaldo de la OEI para su diseño, edición y difusión en las numerosas acciones de formación docente, presenciales y a distancia, que se han venido desarrollando en estos años. De hecho, los diez casos simulados publicados hasta ahora han tenido una notable presencia en las aulas de muchos países de Iberoamérica, incluido Brasil. Allí han servido, además, de modelo para el diseño de varios casos simulados CTS en lengua portuguesa (Chispino, 2013).

LOS CASOS SIMULADOS CTS

En los casos simulados se proponen controversias, ficticias pero verosímiles, sobre temas relacionados con el medioambiente, la salud, el urbanismo o la sociedad digital. Los problemas que se plantean son muy diversos y van de lo local a lo global, de la investigación básica hasta el desarrollo tecnológico, de las ciencias experimentales a las sociales, de los dilemas éticos a los debates políticos. Abordan, por tanto, una amplia panorámica sobre los actuales desafíos que comporta el desarrollo de la ciencia y la tecnología.

La aprobación de un ensayo en fase III con una nueva vacuna contra el sida (Martín Gordillo, 2005a), la propuesta de una empresa farmacéutica de patrocinar a un equipo ciclista colombiano (Camacho Álvarez, 2005), la pretendida instalación de una antena de telefonía celular en un centro educativo (Grupo Argo, 2005a), el proyecto de poner en marcha una explotación petrolífera en la costa cantábrica (Grupo Argo, 2005b), el plan para promover un gran complejo industrial en

el Amazonas (Lejarza Portilla y Rodríguez Marcos, 2005), las alternativas sobre la gestión de la basura en una ciudad latinoamericana (Arribas Ramírez y Fernández García, 2005), los proyectos presentados en un concurso urbanístico para recuperar una parte degradada de una antigua ciudad latinoamericana (González Galbarte, 2005), la disputa entre el ferrocarril y el automóvil como solución a los problemas de la comunicación entre tres ciudades españolas (Camacho Álvarez y González Galbarte, 2005), el futuro de un restaurante tradicional ubicado en un lugar emblemático de Cartagena de Indias que una multinacional quiere convertir en establecimiento de comida rápida (Martín Gordillo, 2005b) y el futuro de la escuela en la nueva sociedad digital tras las demandas desescolarizadoras de familias que piden cambios legales (Martín Gordillo, 2005c) son los diez casos simulados elaborados hasta ahora por los miembros del Grupo Argo.

Su publicación estuvo precedida de un buen número de experiencias en aulas españolas e iberoamericanas que permitieron comprobar su pertinencia para su objetivo principal: el aprendizaje de la participación en controversias que entrañan decisiones sobre asuntos tecnocientíficos con implicaciones sociales y ambientales (Martín Gordillo y Osorio, 2003). Además de su edición como libros independientes¹, también se han presentado de manera más sintética en otras publicaciones conjuntas (Martín Gordillo, 2005d y 2006).

Cada caso simulado parte de una noticia ficticia, pero completamente verosímil, que plantea, en formato periodístico, un problema en cuya resolución están implicados varios actores sociales con ideas, opiniones e intereses diversos. Científicos, ingenieros, empresas, políticos, ecologistas, grupos vecinales, asociaciones profesionales, ciudadanos

1. Se puede acceder a ellos desde la dirección <http://ibercienciaoei.org/casos.php>

afectados, etc., son el tipo de colectivos que pueden constituir la red de actores que conforma un caso simulado.

Se trata, por tanto, de controversias inspiradas en la realidad. Polémicas que muestran la forma en que el desarrollo tecnocientífico afecta a la sociedad y compromete intereses y valores que deben ser tenidos en cuenta. Lo único que quizá no es real es el equilibrio entre las diversas posturas y la igualdad de acceso a la información y el debate. La realidad no es siempre tan equilibrada, ni facilita oportunidades iguales para la participación de todos. Pero, precisamente por ello, en la educación podemos y debemos diseñar escenarios simulados en los que sea posible aprender que, sobre un mismo problema, puede haber diversos puntos de vista y que la decisión más democrática será la que tome en consideración todos los argumentos.

El material didáctico de cada caso simulado incluye documentos diferenciados para desarrollar en el aula un trabajo coherente y sistemático, sin perder por ello el carácter abierto, lúdico y creativo que debe caracterizar a cualquier propuesta de educación para la participación. Son, por tanto, materiales suficientemente flexibles para ser adaptados a contextos muy diversos. De hecho, en España, tras la desaparición de la materia de Ciencia, Tecnología y Sociedad, se han seguido usando en las otras materias analizadas en el primer capítulo. Y en otros países se han usado en contextos muy diferentes: desde las materias tradicionales de ciencias hasta la educación no formal.

En la configuración de la red de actores que intervienen en cada controversia simulada se intenta garantizar un adecuado equilibrio entre las posturas y argumentos. Además, en todas las simulaciones hay un actor social que hace de mediador y es el encargado de velar por la limpieza democrática del debate.

El desarrollo en el aula de estos casos simulados sigue una secuencia de actividades bien definida. Tras el análisis de la noticia ficticia inicial, se reparten los papeles de los actores

sociales entre diferentes equipos de alumnos a fin de que busquen información y desarrollen argumentos para defender sus posiciones en un debate que es moderado por el equipo mediador. A la vista de las informaciones y los argumentos presentados y discutidos, será ese equipo el que finalmente tome una decisión. Tras ella, y fuera ya de la simulación, se dedica un tiempo a comparar lo vivido en la simulación con la forma en que se adoptan en la realidad este tipo de decisiones.

Los diez casos simulados descritos recogen una variada panorámica de cuestiones CTS, pero no agotan las controversias susceptibles de un tratamiento así en el aula. A continuación se presenta de forma abreviada otro caso simulado inédito² que tiene mucho que ver con la cordialidad que comentábamos en la presentación de este libro. La que puede y debe haber entre las lenguas.

EL PROYECTO BABEL

Igual que el caso simulado sobre la escuela en la red (Martín Gordillo, 2005c), el del proyecto Babel no se centra solo en una controversia del presente, sino que está orientado hacia los desafíos del futuro. Es, por tanto, un caso sobre prospectiva, sobre asuntos de la mayor importancia que, sin embargo, suelen quedar absurdamente obviados en las materias que se enseñan. Varios de los materiales del proyecto *Contenedores*³, presentado en el capítulo anterior, son precisamente sobre prospectiva. Sobre los retos y desafíos que nos esperan en el futuro (Martín Gordillo, 2016). A ellos se une este nuevo caso

2. En realidad, fue presentado el 13 de noviembre de 2014 en la sala Jorge Luis Borges de la Biblioteca Nacional de Buenos Aires, en el marco del Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación, en la sesión paralela "Miradas de la ciencia y de la educación hacia 2021". Disponible en <https://youtu.be/FWBNYIDyekU>

3. Disponible en <http://ibercienciaoei.org/contenedores/>

simulado que, igual que el de la escuela en la red, tiene en las tecnologías digitales una de sus claves. La otra está nada menos que en el lenguaje, quizá la más esencial de las señas de identidad de lo humano.

¿Sería bueno que todos habláramos una misma lengua? ¿Sería bueno que la diversidad lingüística no nos comunicara? ¿Triunfará el inglés en ese empeño universalizador en el que fracasó el esperanto? ¿Será deseable que suceda? ¿Será inevitable? ¿Cuándo y cómo se decidió la primacía de esa lengua? ¿Llegarán a existir traductores multilingües que nos permitan entendernos sin dejar de usar nuestra lengua? ¿Con qué aceleración cambian las lenguas? ¿Es la misma en el siglo XXI que en el pasado? ¿Qué son las lenguas sintéticas? ¿Se impondrán alguna vez sobre las naturales? ¿Qué papel desempeñarán en todo esto las tecnologías digitales? ¿Quién debe decidir sobre todo esto?

Se trata, por tanto, de una controversia de alto calado. No solo científico y técnico, sino también filosófico. Un caso simulado CTS que va más allá de las disciplinas clásicas relacionadas con la cultura científica y concierne también a las filologías, a las materias relacionadas con la lengua, con la inteligencia artificial y con la filosofía del lenguaje. Hacia lo que apunta este caso tiene ver con los debates más punteros sobre el advenimiento de una inteligencia artificial sobrehumana. Eso sobre lo que nos advierte Nick Bostrom (2016) y que ha dado origen a películas tan originales como *Her* de Spike Jonze.

Pero presentemos ya el proyecto Babel. Mejor dicho, el caso simulado sobre el proyecto Babel. Avanzaremos aquí la primera versión escrita de sus materiales o, mejor dicho, de algunos extractos de los mismos. Dejaremos que la controversia se presente por sí sola a través de algunos de sus documentos ficticios que habrían preparado sus propios protagonistas. Empezaremos por una noticia que podría aparecer un día en un periódico español ocupando cinco columnas en su portada.

Luego vendrán fragmentos de varios documentos que corresponden a los actores que promueven o critican el proyecto Babel. El último será la convocatoria de las Naciones Unidas para debatir el asunto.

El País, ? de ? de 20??

LA HUMANIDAD PODRÁ TENER UNA SOLA LENGUA

Éxito en los ensayos experimentales con el primer traductor oral multilingüe. En breve se comercializará el dispositivo que permitirá la comunicación universal
Esperanza Torres y Cecilia Sordo, Madrid

La transformación más importante en milenios podría ocurrir ahora. Si el éxito del proyecto Babel se confirma, el sueño de que todos los humanos podamos entendernos podría estar a punto de cumplirse. Responsables del proyecto Babel anunciaron anoche la inminente presentación del traductor oral multilingüe y su próximo lanzamiento comercial a gran escala. La noticia ha suscitado un enorme interés en todo el mundo. La expectación generada solo puede ser comparada con la de un hito de la historia de la tecnología tan mediático como la llegada del primer hombre a la Luna. Con la diferencia de que ahora serían todos los humanos los que se podrían beneficiar del milagro de la comunicación oral universal.

Babel es el nombre de un ambicioso proyecto para crear el diminuto auricular que susurrará pronto en millones de oídos. Según los científicos e ingenieros que lo han diseñado, con él será posible la conversación directa, fluida y perfecta entre hablantes de distintas lenguas. No se trata de los incómodos traductores anteriores. Se trata de una reelaboración inmediata del discurso para que sea la misma voz del hablante la que, con idéntico timbre, pueda ser escuchada en su idioma por quien conversa con él. "Es como si cada individuo pudiera llevar en su oído al mejor y más rápido experto en traducción e interpretación del mundo" ha señalado Eulogio Fernández, ingeniero argentino que ha dirigido la línea de acústica de este proyecto. En las próximas horas se hará pública la fecha de presentación del revolucionario dispositivo. También está previsto que la ONU encargue un informe sobre las implicaciones de esta noticia. Babel podría ser el verdadero gran salto para la humanidad que anunció Armstrong cuando puso un pie en la Luna.

PROYECTO BABEL

Buenos Aires, Tokio, Madrid, México D. F., El Cairo, Pekín

Nota de prensa

Se confirma la inminente presentación pública del traductor oral multilingüe en el que desde hace más de diez años vienen trabajando coordinadamente los organismos adheridos al proyecto Babel.

En las próximas horas se comunicará la fecha y las ciudades en las que tendrá lugar la presentación simultánea del dispositivo que permitirá la definida superación de las barreras que impiden la comunicación directa e inmediata entre los seres humanos. El desafío tecnológico más importante de la historia de la humanidad ha sido afrontado con éxito y muy pronto cualquier persona podrá disponer del dispositivo que hará realidad el sueño de la comunicación universal.

La diversidad lingüística ya nunca más significará incomunicación ni ignorancia. Ya no será necesario aprender otras lenguas. Con Babel todos hablaremos y entenderemos todas. Porque todas podrán ser usadas y entendidas desde la nuestra. La comunicación entre las personas será directa y no tendrá límites. Tan solo los de las ideas que cada cual quiera expresar. La libertad de expresión nunca habrá sido mayor. Como adelanto de lo que supondrá el revolucionario dispositivo, se resumen a continuación algunas de sus características:

- Capacidad para interpretar y producir mensajes de cualquier nivel de complejidad en más de 6.000 lenguas habladas.
- Capacidad para interpretar y producir mensajes en más de 100 lenguas que ya no tienen hablantes en el mundo.
- Identificación inmediata de la lengua usada por el usuario y sus interlocutores.
- Traducción inmediata de cualquier producción oral a la lengua del usuario con voz sintética idéntica en timbre y entonación de la persona que habla.
- Regulación automática y manual del sonido ambiente con posibilidad de escuchar simultáneamente las voces original y traducida o solamente la del dispositivo.
- Traducción oral de cualquier texto escrito accesible visualmente en el entorno del usuario.

- Adaptación dinámica y ajustable del nivel de complejidad lingüística (vocabulario y estructuras) de las traducciones.
- Actualización permanente adaptable a los usos lingüísticos locales o individuales.
- Posibilidad de incorporar y desarrollar lenguas sintéticas.
- Posibilidad de implementar modos de traducción evolutivos para la adquisición de lenguas naturales y sintéticas destinados a usuarios infantiles en proceso de adquisición de una lengua.

Foro Universalista

REGRESANDO A BABEL

Teófilo Justo

El lenguaje es un don humano que parece propio de dioses. Con él fue posible imaginar, recordar, cooperar... Si fuera un regalo divino lo habría sido de un dios bondadoso. No como aquel que, lleno de envidia, habría destruido el sueño de Babel imponiéndonos el peor de los castigos: que lo que servía para el entendimiento fuera el origen de la incomprensión, que la lengua de los humanos se convirtiera en las lenguas de los pueblos y que con ellas surgiera la semilla del rencor.

El viejo mito de la torre nos habla de un mundo con una sola lengua. Un tiempo que no hemos conocido pero que siempre hemos añorado. Por eso tenemos filólogos. Por eso estudiamos otras lenguas. Porque quisiéramos entendernos, regresar a aquel paraíso en la Tierra que debió de ser el mundo cuando solo había una sola lengua.

El esperanto fue hace algún tiempo el esfuerzo por regresar a aquel sueño. Un proyecto seguramente ingenuo porque suponía pactar una lengua nueva y esforzarnos por aprenderla. Demasiado difícil para una voluntad humana heredera de milenios de incomunicación.

Hoy ese sueño no requiere ningún esfuerzo. Un pequeño dispositivo que recupera el nombre de la mítica torre nos permitirá regresar a aquella humanidad perdida en el origen de los tiempos. La que era capaz de entenderse.

Las lenguas ya no separarán. Ni distinguirán. Ya no habrá lenguas poderosas ni minorizadas. Cada cual hablará la suya y se entenderá con todos. Aunque la que hable ya nadie más la entienda. Babel la hará comprensible para cualquiera. La libertad lingüística será la mayor que hayan conocido los tiempos. Y el entendimiento entre los humanos será universal.

Como los Derechos Humanos. Como quisiéramos que fuera el mundo si fuéramos dioses a punto de crearlo. O si fuéramos hombres a punto de nacer. Desde ese punto de vista, nadie puede desear que exista un mundo desigual. Con lenguas diversas e ininteligibles, con derechos diferentes y con oportunidades distintas según dónde nazca cada cual. Desde el punto de vista de un dios bondadoso o de un hombre que aún no hubiera nacido la igualdad es el valor supremo. La igualdad de oportunidades para ser feliz, para entenderse con todas las personas, para que no haya nada que impida amar a cualquiera de ellas. Ni siquiera la lengua. Por eso Babel es un regalo de los dioses. De esos dioses que llegan a ser los hombres cuando usan toda su ciencia para crear artefactos que los hacen ser tan humanos que casi parecen dioses.

Tecnopatía. *Revista de Prospectiva Tecnolingüística*, año XIV, nº 142

UN (NUEVO) MITO LLAMADO BABEL

Clara Blanco

Quizá existió aquella torre. Quizá era como la muestran todos los cuadros y tenía forma de espiral. Como el mito que la sustenta. Ese que de cuando en cuando reaparece para reivindicar un tiempo prístino en el que los humanos hablaban la misma lengua.

Pero ese tiempo nunca existió. Ni existirá. La diversidad lingüística es connatural a la condición humana. Igual que nadie hará nunca que todos los pájaros canten igual, tampoco será posible que los humanos pierdan la riqueza que supone hablar distintas lenguas.

Imaginar un artefacto que pudiera traducirlo todo es tan utópico como pensar en un artilugio que pudiera soñar. Y ese no sería un buen sueño, sino una terrible pesadilla. El lenguaje, la razón y la realidad están íntimamente conectados. Pensamos como hablamos y hablamos como pensamos. Tampoco la realidad sería igual

si no pudiéramos pensarla y hablar sobre ella. Y hacerlo de distintas formas. Tantas como las maneras en que se pueden expresar ideas en distintas lenguas.

Pero más acá de esos territorios filosóficos que nos muestran que el lenguaje está íntimamente ligado con la ontología y con una idea del ser humano que no quiere declararlo monolingüístico e unidimensional, hay razones lógicas y empíricas que demuestran que la traducción oral universal es tan imposible como construir una torre que llegue hasta el cielo.

Las palabras son traducibles, pero no de forma absoluta. El juego de sinonimias parciales que existen en cada lengua revela que los matices semánticos son los que distinguen un término de otro similar. Y esa sinonimia no es equivalente en distintas lenguas. Ser y estar son cosas distintas en nuestra lengua. Pero no en otras. Tampoco son sinónimos querer, amar o estimar. Y los matices que hacen diferentes esas palabras y permiten entender su significado en cada contexto no se corresponden con sus traducciones aproximadas en otras lenguas.

Tampoco es traducible la sintaxis. Por más que Chomsky hablara de universales lingüísticos y de estructuras profundas compartidas, los usos de los tiempos verbales, el lugar en que se coloca el verbo en la oración o la existencia de declinaciones en algunas lenguas hacen que, sintácticamente, traducir sea también traicionar.

Pero más allá de los significados y de las estructuras están los usos y sus contextos. Y eso incorpora toda una visión de la vida que hace que alguien que habla español pueda entender lo que dice un gaditano y un porteño aunque no sea capaz de expresarlo con sus palabras. Aunque se entienden no son traducibles a la manera de hablar del otro las hermosas frases que cada uno de ellos puede pronunciar. Y mucho menos llevarlas a otra lengua distinta.

¿Cómo se podrían traducir los refranes? ¿Qué quedaría de los piropos, de los insultos y de los requiebros si una máquina buscará lo que significan en otra lengua? Los humanos podemos entender matices que no se pueden expresar. Las máquinas pueden intentar pronunciar lo que no nunca podrán entender. Por eso la traición de la traducción puede ser más peligrosa si alguien es tan incauto como para creer que pueden hacerla.

Y el peligro sería mayor si imaginamos un mundo en el que a alguien se le ocurriera que los niños aprendieran a hablar a partir del lenguaje que escucharían

con esos diabólicos artefactos. Ya se ha planteado esa posibilidad, esa pesadilla. La de instalar en los oídos de los bebés esos traductores que les harían escuchar esas palabras sintéticas como si fueran naturales. Escuchar no lo que les dicen sus padres en su lengua, sino lo que la máquina interpreta en ese simulacro de traducción torpe que llegaría a sus oídos.

Hay quien imagina incluso la posibilidad de crear así lenguas sintéticas. De hacerlas progresivamente más complejas a medida que crece y madura el niño. Como si la inteligencia y la capacidad de entender el mundo pudieran encomenarse a lo que susurre a sus oídos una inteligencia artificial.

Lo peor de ese experimento no es que sea inviable. Los artefactos nunca podrán traducir fielmente las lenguas humanas, pero los humanos podrían llegar a creerlo y estar dispuestos a dejar que una generación sea alfabetizada digitalmente. El sueño de que, tras ella, la humanidad regresaría al supuesto paraíso anterior a Babel puede ser el origen de la peor pesadilla para nuestra especie. Quienes creyeron que el alemán era una lengua superior no habrían tenido inconveniente en poner en marcha un experimento de este tipo para germanizar a la humanidad entera. Lo peor del siglo XX podría regresar en el XXI de la mano de ese artificio totalitario que es peligroso no porque sea útil, sino porque algunos podrían creer que lo es.

ACADEMIA INTERNACIONAL DE LAS LENGUAS

Circular n° 318: sobre los traductores orales multilingües

Ante la inminente presentación del artefacto del que se viene hablando en algunos medios con el nombre de Babel, el Consejo Permanente de esta academia reunido ayer en sesión extraordinaria ha adoptado los siguientes acuerdos:

- 1º. Trasladar a las academias nacionales de las lenguas, a los organismos nacionales e internacionales que promueven la educación y la cultura y a los sindicatos y colectivos profesionales relacionados con la enseñanza de las lenguas el rechazo a la libre comercialización de un dispositivo que, con independencia de sus características técnicas, podría suponer un duro revés a los programas

culturales y educativos relacionados con la promoción y conservación de las lenguas en el mundo.

2º. Reclamar de los gobiernos y de las autoridades supranacionales la inmediata regulación de la producción, distribución, venta y uso de este tipo de dispositivos, prohibiéndolos en edades tempranas y limitando los contextos en que pueden ser usados.

3º. Recomendar a todas las organizaciones y personas vinculadas con esta academia un papel activo en la explicación a los ciudadanos de los inconvenientes que el uso de un artefacto como ese podría tener, algunos de los cuales se enuncian a continuación:

- Desaparición de las lenguas en peligro.
- Disminución total del interés por aprender otras lenguas.
- Desaparición de las enseñanzas de otras lenguas en los sistemas educativos.
- Desincentivación del turismo cultural relacionado con el aprendizaje de otras lenguas.
- Riesgos gravísimos para los niños en proceso de adquisición de su lengua natural.
- Reducción de la riqueza lingüística y desaparición de los intercambios léxicos entre idiomas.
- Riesgos de totalitarismo por la posibilidad de que se proponga la generalización de una "lengua perfecta" entre todos los seres humanos.
- Reducción de la calidad de las traducciones literarias al desaparecer la mediación de expertos humanos entre el autor y el lector (o escuchante) cuando ambos pertenecen a distintas lenguas.
- Pérdida de empleo para miles de profesionales relacionados con el ámbito de la traducción, enseñanza e investigación sobre los idiomas.
- Cuestionamiento de la labor que durante siglos han desempeñado las academias nacionales de las lenguas en la armonización, conservación y actualización de los idiomas y del papel que los organismos culturales desempeñan para el conocimiento y aprecio de las distintas culturas del mundo.

L

└

COMUNICADO DEL ALTO COMISIONADO DE LAS NACIONES UNIDAS
PARA POLÍTICAS LINGÜÍSTICAS (ACNUL)

Las Naciones Unidas no pueden permanecer ajenas a las implicaciones de un acontecimiento tan significativo y por ello han encargado a este organismo la preparación de un libro blanco sobre la situación lingüística del mundo y un informe prospectivo sobre las implicaciones sociales, económicas y culturales de la eventual desaparición de las barreras lingüísticas.

Dicho informe habrá de incluir un preámbulo en el que se analicen los aspectos técnicos del proyecto del traductor oral multilingüe y las consecuencias en distintos ámbitos de su uso generalizado en el mundo. Asimismo, el citado informe deberá incluir recomendaciones que puedan ser tenidas en cuenta por los gobiernos con competencias en la regulación de la comercialización e implantación de una innovación tecnológica tan singular como la que motiva ese informe.

Entre las valoraciones y recomendaciones que deberá contener figurarán de manera prioritaria las siguientes:

- Impacto del uso del traductor oral multilingüe en la comunicación entre las personas.
- Impacto del uso del traductor oral multilingüe en la adquisición de la primera lengua y en el aprendizaje intencional de otras lenguas.
- Impacto del uso del traductor oral multilingüe en el futuro de las lenguas del mundo.
- Recomendaciones sobre la regulación de su comercialización y eventuales restricciones para su uso.
- Recomendaciones sobre el uso de este tipo de dispositivos en contextos educativos y culturales.
- Recomendaciones sobre el uso de este tipo de dispositivos en edades tempranas como herramienta para la adquisición de una lengua distinta de la que se habla en el contexto familiar.

A fin de que el informe pueda tener en cuenta los distintos aspectos involucrados en el tema, se convoca a una serie de expertos internacionales relacionados con

el desarrollo tecnológico, la prospectiva, el derecho y las culturas lingüísticas a intercambiar criterios en relación con los contenidos del informe que ha de elaborar este Alto Comisionado.

En estos tiempos en que el fantasma de la ilusión bilingüe recorre nuestro sistema educativo (Martín Gordillo, 2013 y 2017) y la penetración de la lengua inglesa está llegando a extremos inusitados, sin que tales fenómenos reciban especial atención ni motiven la reflexión que merecen, quizá sea importante llevar a nuestras aulas (a las de las materias relacionadas con la cultura científica, pero también a las de filosofía, tecnología, lengua o incluso a las de lenguas extranjeras) casos simulados como este que promuevan el debate sobre las lenguas y su futuro. Mientras tanto, conviene que valoremos más a las nuestras. A las que tan cordialmente usamos en este libro.

BIBLIOGRAFÍA

- ARRIBAS RAMÍREZ, R. y FERNÁNDEZ GARCÍA, L. E. (2005): *La basura de la ciudad. Un caso sobre consumo, gestión de residuos y medio ambiente*, Madrid, OEI.
- BOSTROM, N. (2016): *Superinteligencia. Caminos, peligros, estrategias*, Zaragoza, Tell Editorial.
- CAMACHO ÁLVAREZ, A. (2005): *El contrato del dopaje. Un caso sobre deporte, farmacología y valoración pública*, Madrid, OEI.
- CAMACHO ÁLVAREZ, A. y GONZÁLEZ GALBARTE, J. C. (2005): *Las redes del tráfico. Un caso sobre movilidad, gestión del transporte y organización del territorio*, Madrid, OEI.
- CHRISPINO, A. (2013): "O uso do enfoque CTS e controvérsias tecnocientíficas por professores do ensino médio: um exemplo da capacitação em serviço em grande escala", *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, número extra: IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, pp. 914-918 [disponible en <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/296519/385460>].
- GONZÁLEZ GALBARTE, J. C. (2005): *La ciudad de Ahormada. Un caso sobre urbanismo, planificación y participación comunitaria*, Madrid, OEI.
- GRUPO ARCO (2005a): *Las antenas de telefonía. Un caso sobre radiaciones, riesgos biológicos y vida cotidiana*, Madrid, OEI.
- (2005b): *Las plataformas petrolíferas. Un caso sobre energía, combustibles fósiles y sostenibilidad*, Madrid, OEI.
- LEJARZA PORTILLA C. y RODRÍGUEZ MARCOS, M. (2005): *El proyecto para el Amazonas. Un caso sobre agua, industrialización y ecología*, Madrid, OEI.
- MAGRIS, C. (2001): "La escuela: risa y libertad", *Utopía y desencanto*, Anagrama, Barcelona, p. 312.

- MARTÍN GORDILLO, M. (2005a): *La vacuna del SIDA. Un caso sobre salud, investigación y derechos sociales*, Madrid, OEI.
- (2005b): *La Cocina de Teresa. Un caso sobre alimentación, automatización y empleo*, Madrid, OEI.
- (2005c): *La escuela en la red. Un caso sobre educación, nuevas tecnologías y socialización*, Madrid, OEI.
- (2005d): "Cultura científica y participación ciudadana: materiales para la educación CTS", *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, nº 6, vol. 2, pp. 123-135 [disponible en <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2358230.pdf>].
- (2006): *Controversias tecnocientíficas: Diez casos simulados sobre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Valores*, Octaedro-OEI, Barcelona.
- (2013): "Ilusión bilingüe", *Escuela*, nº 3998, p. 36.
- (2016): "La ciencia, el futuro y las aulas: algunas propuestas didácticas sobre prospectiva", *Revista CTS*, nº 33, vol. 11, pp. 113-142 [disponible en <http://www.revistacts.net/volumen-11-numero-33/322-dossier-cts/752-la-ciencia-el-futuro-y-las-aulas-algunas-propuestas-didacticas-sobre-prospectiva>].
- (2017): "Superando la ilusión bilingüe", *Escuela*, nº 4141.
- MARTÍN GORDILLO, M. y OSORIO C. (2003): "Educar para participar en ciencia y tecnología. Un proyecto para la difusión de la cultura científica", *Revista Iberoamericana de Educación*, nº 32, OEI, Madrid, pp. 165-210 [disponible en <http://www.campus-oei.org/revista/rie32a08.pdf>].
- QUINTANILLA, M. A. et al. (2017): *Tecnologías entrañables*, Los libros de la Catarata, Madrid.

SOBRE LOS AUTORES

Mariano Martín Gordillo

Profesor en el IES nº 5 de Avilés (España), coordinador con Isabel P. Martins del Área de Educación de la Cátedra Ibérica CTS+I, miembro del Grupo Argo y colaborador de la OEI [<http://maculammg.blogspot.com/>; marianomartin26@gmail.com].

Isabel P. Martins

Professora Catedrática de Didática das Ciências, Departamento de Educação e Psicologia, Universidade de Aveiro, membro do CIDTFF. Presidente da Associação Ibero-americana CTS na educação em ciência. Prémio Ciência Viva Montepio Educação 2017 [<http://blogs.ua.pt/isabelpmartins/>; imartins@ua.pt].

Juan Carlos González Galbarte

Profesor en el IES de Corvera de Asturias (España) y miembro del Grupo Argo. Es autor de varios casos simulados y ha participado como docente en diversas actividades de formación docente presencial y a distancia con la OEI [galbarte@grupoargo.org].

Luis Eloy Fernández García

Profesor en el IES de Luanco (España) y miembro del Grupo Argo. Es autor de varios casos simulados y ha participado como docente en diversas actividades de formación docente presencial y a distancia con la OEI [eloy@grupoargo.org].

Celina Tenreiro-Vieira

Doutora em Educação, especialidade de Didática das Ciências (Universidade de Lisboa [UL], 1999). Mestre em Metodologia do Ensino das Ciências (UL, 1994). Professora de Ciências Naturais do Ensino Básico. Membro do Centro de Investigação Didática e Tecnologia na Formação de Formadores [<https://orcid.org/0000-0002-7944-2922>; cvieira@ua.pt].

Rui Marques Vieira

Doutor em Didática das Ciências (UA, 2003) e Agregado em Educação (UA, 2017), Mestre em Metodologia do Ensino das Ciências (UL, 1996). Professor Auxiliar,

Departamento de Educação e Psicologia, Universidade de Aveiro. Membro do Centro de Investigação Didática e Tecnologia na Formação de Formadores [<https://http://blogs.ua.pt/ctspcorcid.org/0000-0003-0610-6896;rvieira@ua.pt>].

Ana V. Rodrigues

Professora Auxiliar, Departamento de Educação e Psicologia, Universidade de Aveiro. Diretora do Centro Integrado de Educação em Ciências (CIEC). Doutora em Didática e Formação, investiga sobre a didática das ciências nos primeiros anos, contextos de educação formal e não-formal e formação de professores [<http://anavrodrigues.pt;arodrigues@ua.pt>].

Diana Oliveira

Doutora em Educação pela Universidade de Aveiro e duplamente premiada pela classificação final com que concluiu a Licenciatura nessa Universidade. Investiga atualmente sobre o ensino experimental das ciências em ambientes integrados (formal e não-formal), no contexto de formação de professores [<https://www.linkedin.com/in/dianasilvaoliveira;diana.oliveira@ua.pt>].

Fernanda Couceiro

Professora Convidada Aposentada do Departamento de Educação e Psicologia, Universidade de Aveiro, colaboradora do Centro de Investigação Didática e Tecnologia na Formação de Formadores (CIDTFF) e membro da Direção do Centro Integrado de Educação em Ciências (CIEC) [fcouceiro@ua.pt].

Lúcia Pombo

Doutora em Biologia e Doutora em Educação, é Investigadora Coordenadora do Projeto EduPARK e membro da Coordenação do CIDTFF. Tem investigado no domínio da gamificação e mobile Learning com Realidade Aumentada no Ensino das Ciências [<https://orcid.org/0000-0001-5085-3974;lpombo@ua.pt>].

Teresa B. Neto

Doutora em Didática e Formação (Doutoramento Europeu), membro do CIDTFF e membro do Projeto EduPARK. Principais interesses de investigação: integração das TIC na Educação Matemática, Didática da Geometria e Formação de professores de Matemática [<https://orcid.org/0000-0001-9002-2155;teresaneto@ua.pt>].

Isabel Cabrita

Doutora em Didática, é professora no Departamento de Educação e Psicologia, membro integrado do CIDTFF e coordenadora do lem@tic – laboratório de educação em matemática, Universidade de Aveiro. Os seus principais interesses e atividades estão ligados às literacias digitais e ao ensino criativo para a criatividade [<http://orcid.org/0000-0003-0255-7577;icabrita@ua.pt>].

Elisabete Amaral

Mestre em Didática e licenciada em Engenharia Química, é profissionalizada para a docência de Matemática, ensinos básico e secundário, investindo em práticas educacionais inovadoras, tirando partido das tecnologias digitais, numa lógica de interdisciplinaridade [elis.bete@gmail.com].

