

Incorporación de la divulgación a la enseñanza de la electrónica de circuitos a través de un ejemplo

A. Roldán

Dpto. de Electrónica y Tecnología de los Computadores.
Univ. Granada. España
amroldan@ugr.es

J.F. Ruiz-Hidalgo

Dpto. de Didáctica de la Matemática.
Univ. Granada, España
jfruiz@ugr.es

Abstract— Se propone la divulgación científica como vía alternativa de adquisición de conocimiento. Concretamente, para el alumnado universitario que curse asignaturas de Electrónica, proponemos el Aula Abierta de Tecnología y Electrónica que consta de dos portales Web multimedia y un conjunto de expositores para mostrar productos electrónicos y describir las consecuencias del avance tecnológico en la Electrónica. Además, se estudia la posibilidad de incluir los números complejos en los contenidos del Aula Abierta.

Keywords-component; divulgación científica; enseñanza de la Electrónica; números complejos.

I. INTRODUCCIÓN

El sistema educativo español ha asumido en los últimos años una profunda reforma que, en el caso de universitario viene dada por La Ley Orgánica 4/2007, que modifica la Ley Orgánica 6/2001, de Universidades. Las propuestas colocan el sistema educativo, en su conjunto, dentro de un marco de competencias, promoviendo un nuevo modo de entender el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Entre los cambios más significativos se encuentra la disminución de horas presenciales de clase en favor del desarrollo de capacidades como el trabajo en equipo, la organización y gestión de la información o el análisis y síntesis de informaciones de diferentes orígenes tanto en el laboratorio como en el aula. Esto motiva que conocimientos básicos universales hasta hace una década para los alumnos que ingresaban en la Universidad, sean ahora desconocidos.

En lugar de ser un inconveniente, esta disminución de clases puede generar variadas oportunidades en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la que aparezcan nuevos recursos educativos con la intención de adaptarse al sistema de créditos europeos.

En este marco, proponemos la divulgación como alternativa válida para la adquisición de conocimiento. Hemos concretado nuestra propuesta en Aula Abierta de Tecnología y Electrónica (AATE), dirigido a alumnos de Bachillerato y grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Tecnologías de Telecomunicación, consistente en dos portales WEB multimedia y unas vitrinas expositoras en las que se muestran fotografías, vídeos, resultados de investigaciones llevadas a cabo en la Universidad de Granada, documentos de historia de la ciencia, material donado por empresas del sector que acercan sus productos y su desarrollo en sus diferentes fases a

todos los visitantes, elementos o partes de máquinas no accesibles a los alumnos (klystron, emisor Rayos X, etc.) y proyectos fin de carrera.

Los objetivos de este aula, son:

- Divulgar la tecnología y las consecuencias de la evolución de ésta y los episodios concretos que han supuesto un punto de inflexión en esta rama de la técnica.
- Completar la formación del alumnado en contenidos necesarios y que, en ocasiones, no forman parte de los currículos que ha seguido.
- Orientar en la elección del perfil profesional que desee adquirir.
- Facilitar el acceso a información relevante dentro de la titulación.

Este trabajo tiene la siguiente estructura: en el apartado II se discute sobre la divulgación científica en general, destacando el papel que puede jugar en la enseñanza universitaria y señalamos los matices que se deben tener en cuenta para su uso efectivo como instrumento de aprendizaje. El apartado III describe los recursos disponibles en el Aula Abierta de Tecnología y Electrónica, como ejemplo de divulgación científica dentro de la enseñanza de la Electrónica. En el apartado IV se estudia la necesidad de incluir los números complejos dentro del Aula Abierta y se advierten las dificultades que conlleva. En el último apartado se establecen las conclusiones.

II. SOBRE LA DIFUSIÓN DE CONTENIDOS. LA DIVULGACIÓN DE LA ELECTRÓNICA

En la actualidad, la divulgación científica es una actividad habitual en nuestra sociedad. Su importancia está fuera de toda duda y es necesaria desde tres puntos de vista: cultural, social y de utilidad [1].

Para que la divulgación sea una alternativa válida para la adquisición de conocimiento debe trascender el carácter recreativo con el que se identifica en muchas ocasiones y debe ser utilizada con una función educativa específica.

El uso de la divulgación como única fuente de aprendizaje no es usual. Fundamentalmente porque existen diferencias notables entre divulgación y educación científica: voluntariedad frente a obligatoriedad, no estructuración frente a planificación, no evaluación frente a evaluación, etc.

Sin embargo, es en esta complementariedad donde se sitúa el potencial para generar aprendizaje: el uso de canales y medios diferentes que generen un aprendizaje no formal que apoye, complemente y despierte el interés por los conocimientos que se exigen en las aulas [1].

La divulgación científica tradicional ha prestado poca atención a la tecnología y a su papel en la educación científica. De hecho, la expresión ciencia-tecnología ha designado un concepto único, asimilado por la educación científica, que ha hecho innecesaria la consideración de cualquier aporte específico del conocimiento tecnológico¹ [2], hecho que responde a la tradicional primacía social del trabajo «intelectual» frente a las actividades prácticas, «manuales», propias de las técnicas [4].

En el ámbito de la Electrónica es necesario plantear la divulgación desde la comprensión de la unidad que existe entre las actividades científica y tecnológica y sus interrelaciones con la sociedad [3].

Los cambios impulsados en la sociedad por la globalización de los mercados no pueden entenderse sin un conocimiento profundo del desarrollo tecnológico y cómo éste ha cambiado el paradigma del factor trabajo. Es necesario incluir en la formación de los alumnos de las áreas de la Electrónica, los conocimientos básicos que les permitan entender éstas relaciones entre ciencia-tecnología y sociedad, y la reflexión acerca de la naturaleza y el papel de la tecnología en la investigación universitaria [2].

A continuación discutimos algunas ideas sobre la divulgación en educación superior y los requisitos que debe tener en el área tecnológica.

A. Divulgación dentro de la educación superior.

Según Blanco [1], existen tres relaciones mutuas entre divulgación científica y educación científica: la divulgación científica como recurso didáctico, como fuente de aprendizaje y como “objeto de estudio”.

A pesar de que Blanco se refiere fundamentalmente a la enseñanza obligatoria, es razonable trasladar estas ideas a la enseñanza superior destacando algunos matices pues este planteamiento deja a un lado los aspectos clave de la tecnología: el análisis medios-fines, el diseño y realización de prototipos, la optimización de los procesos de producción, el análisis riesgo-coste-beneficio, la introducción de mejoras sugeridas por el uso; en definitiva, todo lo que supone la realización práctica y su relación con la sociedad.

En este sentido y precisamente con el objetivo de conectar la formación académica con el mundo real, introducimos la propuesta de explorar la potencialidad de la divulgación tecnológica, que se presenta en la sección III de este trabajo, añadiendo los aspectos tecnológicos y mostrando cómo la divulgación se puede usar como recurso educativo.

B. Requisitos específicos de la divulgación científico-tecnológica en la enseñanza superior

La divulgación científica ha respondido clásicamente al *qué* del objeto a divulgar, pero con la incorporación de los aspectos tecnológicos se puede incluir el *cómo*, el *dónde* y el *porqué*

dotándola de gran interés para su uso en el ambiente universitario.

Con el fin de que su uso sea efectivo como fuente de aprendizaje, sugerimos las condiciones que debe cumplir la divulgación para poder ser usada en la Universidad:

- La divulgación debe estar semiestructurada. Esta semiestructura debe ser lo suficientemente flexible para que no se pierda el carácter divulgativo pero lo bastante rígida para que el alumno no pierda de vista los objetivos de la titulación.
- Incluir referencias históricas (el *porqué*) que permitan describir el proceso evolutivo de la tecnología y el ámbito geográfico del citado proceso, de manera que se pueda realizar un seguimiento del *dónde* y del *cuándo*.
- Debe fomentar la adquisición de competencias propias de cada una de las titulaciones o de competencias transversales. En particular, para las titulaciones tecnológicas de carácter profesionalizante, debe hacer especial hincapié en la relación tecnología-empresa.
- Debe realizar una labor de “relleno”, procurando completar las carencias en contenidos que los alumnos tengan. Así, por ejemplo, en el epígrafe IV, los números complejos se convierten en objetivo de la divulgación científica.

En resumen, el proceso de divulgación de un trabajo tecnológico, por elemental que sea, debe plantear el proceso de resolución del conjunto de problemas técnicos y sociales seguido hasta lograr el producto deseado.

III. AULA ABIERTA DE TECNOLOGÍA Y ELECTRÓNICA (AATE)

Aunque la ciencia puede jugar hoy un importante papel en los diseños tecnológicos, los ingenieros han de integrar diferentes clases de conocimientos de forma muy utilitaria (*know-how*), guiados por las exigencias de un diseño específico y las limitaciones que impone la realidad (tipo de materiales, costes, etc.).

El AATE es un espacio físico compuesto de vitrinas, expositores y un punto de información multimedia (PIM) que intenta explicar el papel de los conocimientos tecnológicos, y es el resultado de varios años de trabajo en los que se han recogido, organizado y etiquetado elementos, herramientas y productos característicos de diferentes tecnologías electrónicas. Estos objetos tienen distintos orígenes: desde donaciones hasta proyectos fin de carrera de los alumnos. También ha resultado ser el ámbito perfecto para exponer los elementos más característicos del patrimonio industrial de la Universidad.

Puesto en práctica con alumnado de Bachillerato, Formación Profesional y diferentes grados universitarios de ramas técnicas, las visitas dirigidas se organizan al comenzar el curso, como toma de contacto para, posteriormente, dejar la opción a los estudiantes para que puedan usar el AATE de forma libre. Puesto que muchos conceptos trabajados en la materia de Electrónica del Grado de Ingeniería Electrónica Industrial están representados entre los contenidos expuestos, siempre se hace mención a los mismos para fomentar el uso del AATE.

¹ El conocimiento tecnológico «está estructurado por la tensión entre las

A. Descripción

En la figura 1 se presenta de manera resumida el conjunto de recursos disponibles en el AATE y las características (expositivos, interactivos, etc.) de los materiales utilizados.

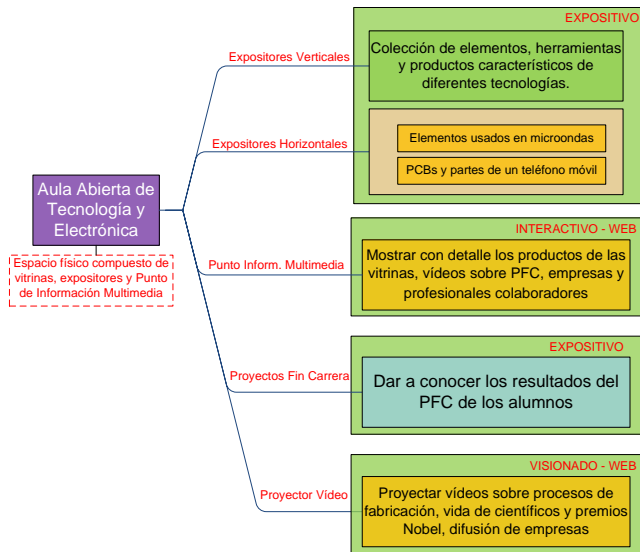


Figura 1. Estructura de contenidos de la herramienta de divulgación tecnológica diseñada.

En la tabla I se enumeran la cantidad de recursos disponibles. El PIM dispone de una pantalla táctil (ver figura 2) y reproduce en una pantalla de gran formato los vídeos (figura 4b)

TABLA I. RECURSOS DISPONIBLES

Recursos disponibles		
Tipo	Cantidad	Elementos
Vitrinas verticales	2	30
Vitrinas horizontales	2	10
Demostrador optoelectrónico	1	9
Expositor Trabajos Alumnos	1	6
Punto Información Multimedia ^a	1	WEB
Proyector Vídeos ^a	1	60

a. Recurso disponible Online



Figura 2. Portada principal del contenido WEB mostrado en el PIM.



Figura 3. Cartel de presentación del AATE [a] y detalle del cartel usado en las sesiones de presentación de electromedicina [b].

B. Aportaciones del AATE

Entre las aportaciones del AATE se pueden destacar:

- Acerca la realidad tecnológica del mundo empresarial a la Universidad. Esta función de nexo se logra gracias a las donaciones de empresas de productos electrónicos tanto terminados como en diferentes fases de fabricación de los mismos.



Figura 4. Sesión presencial de divulgación tecnológica con alumnos de primer curso [a] y parte de vitrinas y PIM utilizados [b].

- Conservación del patrimonio industrial de la Universidad, recuperando partes sensibles de equipos usados por alumnado de diferentes titulaciones.
- Divulgación de contenidos propios de Electrónica que, por diversos motivos, no forman parte de los currículos oficiales ni de las guías docentes de los grados.
- Implicación de los alumnos en las jornadas de puertas abiertas (figura 4a).

Con respecto a las opiniones del alumnado cabe destacar el interés de lo expuesto y su relación con las consecuencias de la globalización, los ejemplos de productos que han sustituido a los mostrados, tecnologías que han desaparecido y las nuevas que han sustituido a las anteriores y las razones de diferente índole que han motivado la difusión de una tecnología en

detrimento de otra. Han valorado positivamente el itinerario histórico que se plantea durante las visitas organizadas y cómo se ha planteado la relación subyacente entre la electrónica y todas las ramas del saber. Finalmente, cabe destacar la gran aceptación de los experimentos de electromedicina utilizados durante las visitas donde los alumnos interaccionan con equipos electrónicos de quirófano.

IV. DÓNDE ESTÁN LAS MATEMÁTICAS EN EL AATE

Hasta este momento, se han destacado las bondades del AATE. Su beneficio y virtud fundamental es su aportación al desarrollo de determinadas competencias necesarias para los titulados en ingeniería que difícilmente son alcanzables para el alumnado desde la dinámica habitual de las asignaturas regladas.

Sin embargo, existen también conocimientos necesarios para los graduados, que no consiguen adquirir por las carencias del propio sistema de formación. Nos referimos a conceptos matemáticos concretos, que no aparecen en la secundaria obligatoria y que en los programas de los grados, o bien no aparecen, o bien se estudian de forma paralela o posterior a cuando son necesarios. Nos planteamos la necesidad de incluir estos contenidos en el AATE mostrando la utilidad de la herramienta matemática en el desarrollo de la tecnología.

Pongamos por ejemplo, el caso del número complejo.

A. El número complejo en los programas oficiales

En el Real Decreto 1467/2007, por el que se establecen las enseñanzas mínimas del Bachillerato [7], en la sección dedicada a las Matemáticas de la modalidad Ciencias y Tecnología, no hay referencia al número complejo. Esta misma carencia se puede percibir en el Real Decreto 1178/1992 [8], que establecía las enseñanzas mínimas del Bachillerato para la anterior ley educativa LOGSE.

Esto supone que buena parte del alumnado que curse una asignatura relacionada con la Electrónica comenzará sus estudios universitarios sin conocer el número complejo. Esto puede no ser un inconveniente salvo que durante su paso por la respectiva titulación no aparezca dicho contenido dentro de las programaciones de las materias relacionadas con las Matemáticas.

Tres titulaciones de la Universidad de Granada poseen materias relacionadas con la Electrónica (grado en Ingeniería Electrónica Industrial [9], grado en Ingeniería Informática [10] y grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación [11]), pero sólo en dos de ellas el alumnado estudiará los números complejos. Es más, sólo en una lo hará previamente.

Puesto que la enseñanza formal no es suficiente para asegurar que el alumno que cursa una ingeniería conozca los números complejos y éstos son fundamentales para la enseñanza de la Electrónica, se hace necesario incluirlos dentro de la enseñanza no formal a través de la divulgación. Es decir, en nuestro caso, habrá que incluirlos en el AATE.

B. ¿Podemos incluir a los complejos en el AATE?

Esta labor no parece sencilla puesto que se nos plantean algunas incógnitas difíciles de responder:

- ¿Qué objetos se pueden exponer en una vitrina para divulgar los números complejos?

- ¿Cómo hacer referencia al dónde, porqué, cuándo de manera similar al resto de elementos expuestos?
- ¿Cómo introducir los personajes (Euler, Argand, Gauss, Leibniz, etc.) representativos de su desarrollo?
- ¿Cómo describir las ramas de la técnica que hacen uso fundamental de los números complejos?

Estas y otras preguntas hacen que la divulgación de los complejos requiera soluciones más elaboradas, basándonos en la didáctica de las Matemáticas. La “didáctica de la matemática como arte”, conocida también “divulgación de la idea”, es una noción cuyo objetivo es crear situaciones para en la enseñanza de la matemática sea de un nivel más alto [6]. Aunque este concepto está pensado para su uso en las aulas, parece adecuado para su uso en divulgación de la ciencia en su faceta de fuente de aprendizaje, tal como se destaca en el epígrafe I.A.

La propuesta de la didáctica de la idea que se puede recoger para el AATE es el uso de la historia como instrumento didáctico en sus tres roles:

- Uso de la historia como desarrollo del concepto de número complejo. Permitirá mostrar al alumnado a través de vídeos o textos la evolución de los números complejos desde su aparición, facilitando establecer relaciones entre éstos y los conceptos físicos con los que están relacionados.
- Uso de la historia anecdótica, donde las biografías, en forma de pósters (figura 3b), de los personajes relacionados con los complejos pueden jugar un papel importante. Un ejemplo podría ser la historia del diagrama de Argand (representación del plano complejo), que no se debe a Jean Robert Argand, sino que fue previamente descrita por Caspar Wessel.
- Un tercer uso de la historia como análisis crítico de la evolución del concepto parece menos adecuado para usarlo en la divulgación.

V. CONCLUSIONES

Se ha desarrollado un conjunto amplio de recursos multimedia y expositores para acercar el desarrollo tecnológico a los visitantes del AATE. Las empresas del sector electrónico que han colaborado depositando productos han valorado positivamente la actividad al favorecer el acercamiento Universidad-Empresa.

Se ha establecido una zona de proyección de contenidos que atrae el interés de los visitantes de la facultad y se ha participado en jornadas de puertas abiertas con alumnos de centros de bachillerato. Se ha constatado que el planteamiento realizado en la divulgación tecnológica del AATE complementa la concepción tradicional de la divulgación científica.

Así, el AATE es nuestra propuesta de uso de la divulgación científica como herramienta de aprendizaje, justificado por las relaciones divulgación-educación científica. Además, hemos matizado los componentes necesarios para utilizar la divulgación de forma efectiva en la educación superior y, más concretamente, en las asignaturas relacionadas con la Electrónica.

Estos componentes característicos de lo que hemos denominado divulgación científico-tecnológica pueden convertir a la divulgación en una herramienta importante para la adquisición de conocimientos complementarios a los que se imparten en las titulaciones de grado en muchas ingenierías.

Entre dichos conocimientos complementarios, podrían estar los números complejos que, aunque necesarios para la enseñanza de la Electrónica, no siempre están en los planes de estudio. Se han presentado diversas posibilidades para su inclusión en el AATE.

La línea de continuación del trabajo consistirá en incluir a los números complejos en el Aula Abierta y estudiar si producen el efecto deseado en los estudiantes.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. Blanco, "Relaciones entre la educación científica y la divulgación de la ciencia", Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, vol. 1, n. 2, pp. 70-86, 2004.
- [2] A. Maiztegui, "Papel de la tecnología en la educación científica: una dimensión olvidada", Revista Iberoamericana de educación, n° ,2002

- [3] H. Arana, "La educación científico-tecnológica de los estudios de ciencia, tecnología, sociedad e innovación". Revista Tabula Rasa N° 3, 2005
- [4] R. López Cubino, "El área de Tecnología en secundaria". Ed. Narcea, 2001.
- [5] B. D'Amore, "Elementi di Didattica della Matematica", Pitagora Editrice Bologna, 1999.
- [6] Ley Orgánica 4/2007, de 12 de abril, por la que se modifica la Ley Orgánica 6/2011, de 21 de diciembre de Universidades.
- [7] Ministerio de Educación y Ciencia. Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas. BOE num. 266, pp.45381-45477, 2007.
- [8] Ministerio de Educación y Ciencia. Real Decreto 1178/1992, de 2 de octubre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas del Bachillerato. BOE, num. 253, pp. 35583-35585, 1992.
- [9] Página web del Grado en Ingeniería Electrónica Industrial, <http://grados.ugr.es/electronica>, consultada el 30 de enero de 2012.
- [10] Página web del Grado en Ingeniería Informática, <http://grados.ugr.es/informatica>, consultada el 30 de enero de 2012.
- [11] Página web del Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación, <http://grados.ugr.es/telecomunicacion/>, consultada el 30 de enero de 2012.