

ARTÍCULO ORIGINAL

Un escenario creativo para la educación científica mediante la Realidad Ampliada

Ana de Echave
aechave@unizar.es

M. Dolores Sánchez
dsanchez@unizar.es

Francisco J. Serón
fjser@unizar.es

Universidad de Zaragoza

RESUMEN. En este artículo se señalan las oportunidades más destacables encontradas con la utilización de la Realidad Aumentada en un espacio didáctico orientado al fomento de la creatividad en el aula de Ciencias. El estudio de este espacio didáctico, diseñado al efecto, forma parte de una investigación más amplia sobre la enseñanza y aprendizaje de la combustión en el laboratorio escolar.

PALABRAS CLAVE. Realidad Ampliada, Educación Científica, Trabajos Prácticos, Creatividad

A creative stage for science education through Augmented Reality

ABSTRACT. The more outstanding opportunities found using the Augmented Reality in a didactic area oriented towards the promotion of creativity in a science classroom, are pointed out in this paper. The survey on this didactic area, especially designed for this purpose, is part of a wider research on the teaching and learning of combustion in a school laboratory.

KEY WORDS. Augmented Reality, Science Education, Practical Works, Creativity

Fecha de recepción: 29-9-2016 · Fecha de aceptación: 20-10-2016

Dirección de contacto:
Ana de Echave Sanz
Facultad de Educación de Zaragoza
C/ Pedro Cerbuna, 12
50009 ZARAGOZA

1. UN ESPACIO CREATIVO EN LA CLASE DE CIENCIAS

Autores como Hall y Greeno (2008) reconocen que el objetivo más inmediato en el aprendizaje escolar es preparar a los estudiantes para mostrar lo aprendido y no para participar en otro tipo de actividad. Así, la comprensión y el uso de conceptos que se aprenden en la escuela quedan limitados al conjunto de actividades que han aprendido y queda en evidencia su capacidad para realizar las tareas escolares, lo que indica la relevancia del papel jugado por la formación escolar en la educación científica de calidad.

Desde la perspectiva de la educación científica, los Trabajos Prácticos (TP) o prácticas de laboratorio han tenido una presencia relevante en la enseñanza de la Química desde su origen. Por su parte, en la literatura de investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales hay acuerdo en que los TP pueden ayudar en la comprensión de los planteamientos teóricos de la ciencia y el desarrollo del razonamiento científico por parte del alumnado y en facilitar la comprensión de cómo se elabora el conocimiento científico y de su significado. Izquierdo, Sanmartí y Espinet (1999) proponen que la inclusión de los TP en la enseñanza resulta ser efectiva si las prácticas tradicionales se reorientan hacia la búsqueda de soluciones a pequeñas investigaciones. En este sentido, la eficacia de los TP está relacionada con el grado de problematización o nivel en la indagación de las actividades que se van a desarrollar, aunque presenten problemas de eficiencia.

También hay acuerdo en que juegan un importante papel en la motivación hacia las Ciencias Experimentales, resultan insustituibles en la enseñanza y aprendizaje de procedimientos científicos y pueden ser una buena base para desarrollar algunas actitudes fundamentales relacionadas con el conocimiento científico como la *curiosidad*.

Por otro lado, Csikszentmihalyi (2015) diferencia la creatividad personal y la creatividad cultural, facilitando algunas ideas claves del proceso creativo, entre las que interesa destacar que:

- La creatividad da lugar a resultados originales en un campo concreto que se pueden evaluar, y tiene que ver con la forma de abordar el problema y con el tipo de respuesta en forma de producto. Generalmente las respuestas creativas se originan en aproximaciones sistémicas y desde la *complejidad*.
- Se puede educar para fomentar la creatividad, lo que implica ponerla en valor. En ese sentido, la propia creatividad fomenta, aunque no garantice, más creatividad.
- La creatividad requiere de cierta demanda social, que sea capaz de reconocer el problema y dar valor al resultado creativo.
- Para ser realmente creativa, una persona debe conocer y entender profundamente el campo o disciplina de trabajo, aunque requiera cierta independencia de criterio.
- No hay una única manera correcta de enseñar un campo o una disciplina y el modo en que se transmite el conocimiento debe ser siempre apropiado a las destrezas de quien aprende.
- Consumir cultura nunca es tan gratificante como producirla. Para pasar de la creatividad personal a la cultural se necesita talento, formación y una enorme dosis de buena suerte.
- Para liberar energía creativa se necesita desviar algo la atención del afán de conseguir metas predecibles, y poder usarla en explorar el mundo tal como es.
- Resolver problemas de forma creativa requiere continua experimentación y revisión, para lo cual es necesario flexibilidad a la hora de ponerse en el lugar del otro y pensamiento divergente.

Es en este sentido, cuando se entiende que los TP indagativos pueden ser diseñados como espacios didácticos abiertos a la creatividad, con el objetivo de generar mejores oportunidades a una educación científica de calidad.

En este caso, vamos a proponer escenarios didácticos que con el uso de tecnologías (TIC) permitan “cambiar” el contenido y proporcionar “una representación ampliada” de la realidad. En concreto, interesa estudiar las oportunidades que ofrece la introducción de la tecnología en torno al problema didáctico de la combustión.

Para que esto pueda tener lugar, se deben escoger y adoptar principios de diseño compatibles tanto para la Didáctica de las Ciencias Experimentales como para la tecnología escogida. Zandvliet (2012) advierte de los riesgos del uso de las TIC en las aulas de ordenadores de propósito general, en las que se producen habitualmente problemas de deslizamiento cognitivo y de transferencia indeseada del foco de interés de los aprendizajes.

Por su parte, Maeda (2014) propone como principio de diseño aplicable a la interfaz de usuario, la simplicidad como contrapunto a la complejidad del sistema. La manera de conseguir la simplicidad consiste en sustraer lo obvio y añadir lo específico.

Así es que, para este caso, y con el objetivo de facilitar experiencias virtuales creíbles y aceptables en el aula, se incorporan en el diseño del nuevo espacio didáctico estos principios de simplicidad y de integración de la tecnología en el escenario de TP de un laboratorio escolar.

2. EL NECESARIO DIÁLOGO CON LA TECNOLOGÍA

Para aplicar el principio de integración es necesario establecer un diálogo fluido y productivo entre la didáctica y la tecnología. Un diálogo que facilite el conocimiento mutuo y el reconocimiento de necesidades, limitaciones y posibilidades que las nuevas experiencias virtuales pueden ofrecer a estudiantes y profesores en un aula de ciencias que fomente la creatividad.

2.1. ¿Por dónde empezar?

Desde hace un tiempo, dentro del panorama de las TIC, se encuentra que las tecnologías que modifican la percepción de la realidad están de moda. Entre ellas, destacan la Realidad Ampliada (RA) y la Realidad Virtual (RV).

La RA se refiere a la tecnología emergente que permite, en tiempo real, mezclar información digital procesada por un computador con información procedente del mundo real por medio de interfaces de ordenador adecuados. Una de las características más relevantes para el mundo de la didáctica es que facilita hacer explícito lo implícito, sean modelos, representaciones o datos en el formato que se desee.

Por su parte, la RV hace que el usuario esté totalmente inmerso en un mundo sintético. Este entorno virtual puede tener o no tener el aspecto, características y comportamiento del mundo real R, siendo posible exceder en él las leyes de la física.

Como R está limitado por las leyes de la física, en lugar de plantear los dos espacios como antítesis, Milgram, Takemura, Utsumi y Kishino (1994) proponen verlos como extremos opuestos en un espectro continuo (ver Figura 1). Y así, en la taxonomía formal de mundos reales, virtuales y mezclados propuesta por estos autores, se denomina Realidad Mezclada (RM) a la zona de actividad comprendida entre la R y la RV. Su trabajo se limita estrictamente a las pantallas visuales.

Es de esta manera que la zona RA del espectro se caracteriza por la introducción de elementos virtuales en el mundo real, mientras que en la Virtualidad Ampliada (VA) se introducen elementos reales en un espacio virtual, generando así imágenes de RM.

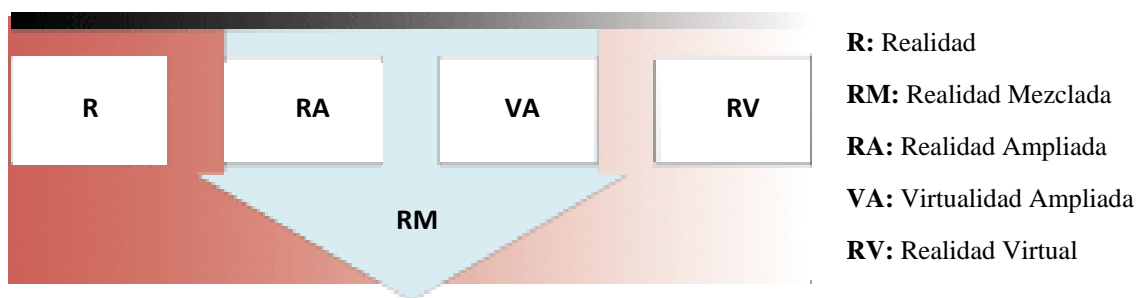


Figura 1: Zona de Espectro RA

2.2. Horizonte y evolución tecnológica de la RM

Actualmente en el desarrollo tecnológico se observan diferentes tendencias que están impulsando el interés por la RA. Una, es la tecnología de visión informática que permite realizar programas con marcadores cada vez más sutiles y robustos, o incluso sin marcadores; otra se deriva de las tecnologías de pantalla para RA, como el HMD (Head-Mounted Display) que combinan cámara y pantallas y en las que se usan una especie de gafas para visualizar la RM; y también la RA espacial (SAR: Spatial Augmented Reality), que hace uso de proyectores digitales para mostrar información gráfica sobre los objetos físicos. A diferencia de los HMD y dispositivos móviles, con SAR se pueden presentar entornos RA a grupos con múltiples usuarios simultáneamente.

Para Rice (2009), la transformación de la RA en una experiencia inmersiva gracias al uso de HMD es el inicio de un nuevo nivel tecnológico. El paso siguiente es que este tipo de experiencias de RA sean multiusuario, dinámicas, compartidas y omnipresentes.

3. 1+1 PUEDE SER MÁS QUE 2

Como se ve, este entorno tecnológico ha abierto un panorama nuevo en la educación científica que conviene explorar con la construcción de espacios didácticos en los que la RM permita disfrutar de nuevas experiencias virtuales. A lo largo de la investigación se ha encontrado que, tanto en el diseño, como en la construcción y uso de estos *nuevos* espacios didácticos, utilizando los principios de diseño escogidos, van apareciendo interesantes oportunidades de conocer y comprender mejor

los procesos que tienen lugar en actividades diseñadas para aprender Ciencias en un contexto de aula formal.

Las primeras oportunidades para la reflexión didáctica proceden del necesario análisis de en qué va a consistir la RM, y con qué y cómo va a interactuar el usuario para obtener su experiencia virtual.

En nuestro caso, en la selección de la zona específica de RM adecuada al problema didáctico, se han utilizado criterios que tienen que ver con la visualización y posibilidades de representación, experiencia corpórea e interacción con interfaces tangibles y visuales, así como de simulación de sistemas virtuales.

4. CONSTRUCCIÓN DE LA REALIDAD AUMENTADA (RA)

4.1. Ante un problema de investigación didáctica

Durante la investigación, el problema de estudio ha estado centrado en la introducción de la RM en un escenario de laboratorio de Ciencia escolar relacionado con la enseñanza y el aprendizaje de la combustión.

La abundante literatura de investigaciones en didáctica en torno a los TP en el laboratorio escolar (Hodson, 1992, 1994; Caamaño, 2003; Millar, 2011; Abrahams y Reiss, 2012) insisten en su relevancia para la educación científica, su gran diversidad y complejidad como escenario didáctico eficaz, y ponen especial énfasis en las dificultades de evaluación de los aprendizajes.

Es así que se ha escogido este escenario didáctico de TP en laboratorio escolar al ser

considerado como imprescindible para el aprendizaje de la práctica de la Ciencia; resultar oportuno para el desarrollo de la creatividad; y que, pese a ser problemático en términos de eficacia didáctica presenta interesantes posibilidades de apertura en cuanto a situaciones de aula, lo que puede ser clave para la investigación.

En el desarrollo del TP, el hecho de que las ideas no estén disponibles para facilitar el sentido de la actividad o las observaciones realizadas, se entiende que reduce la efectividad pudiendo llegar a imposibilitar la indagación y la formulación de buenas preguntas. Así, el tiempo y los recursos necesarios deben estar presentes y accesibles en el escenario de TP y abren el camino a la RA.

4.2. Se plantea un proyecto

En este caso, se escoge la zona de RA del espectro (ver Figura 1) por razones didácticas en cuanto al problema de la enseñanza y aprendizaje de la combustión en la ciencia escolar y se planea construir un artefacto de RA integrado de forma *natural* en el laboratorio escolar.

Son estas condiciones, además de la viabilidad del propio proyecto, las que dirigen la elección de tecnologías portables, no inmersivas y con dispositivos de dimensiones medianas, integrables fácilmente entre los materiales e instrumentos presentes durante la experiencia práctica. Es así como, en este proyecto, la RA se construye sobre dispositivos móviles, *tablets*, y mediante el reconocimiento de marcadores diseñados al efecto. La información “ampliada” está soportada por elementos multimedia 2D y 3D que proporcionan una experiencia virtual más creíble y con un nivel de interacción suficiente por parte del usuario.

En este sentido y con el objeto de mejorar las oportunidades de exploración en el nuevo escenario, se diseña la interacción del usuario

tanto con la RA, mediante botones en la pantalla de la *tablet*, como en la RA, mediante botones *virtuales* asociados a los propios marcadores.

En cuanto al desarrollo tecnológico del producto, dada la rápida evolución y elevado coste de las plataformas de desarrollo informático; el nivel de indecisión y de cambios en la definición de las especificaciones de uso de la RM a lo largo del proyecto; y las características del equipo de investigación y desarrollo, en este proyecto se han escogido *metodologías ágiles* orientadas a los individuos y sus interacciones, al *software* que funciona, a la colaboración y a la respuesta a los cambios frente a otras herramientas metodológicas más clásicas, orientadas a procesos, a la producción de documentación exhaustiva, a la negociación y al seguimiento estricto de un plan. En este sentido, se ha encontrado que este espacio de trabajo y de colaboración entre la didáctica y el desarrollo del producto *software* facilita el diálogo y ofrece oportunidades a la creatividad.

4.3. Llegamos al cubo RA: Un resultado ágil

El producto es un prototipo para la enseñanza y aprendizaje de la combustión en un entorno de laboratorio escolar (ver Figura 2). En este trabajo, el término prototipo se utiliza tanto en el sentido de primer ejemplar como de primer modelo.

En nuestro caso, el prototipo es resultado de la incorporación de la tecnología de RM, dirigida por los principios de simplicidad e integración continua en el entorno. Es producto de un desarrollo *ágil* y consta, por un lado, de un artefacto de RA consistente en un objeto tangible, un *cubo* de marcadores, y una *tablet* como herramienta de visualización de la RA y, por otro, de un guion de trabajo práctico diseñado para el alumnado, donde el uso de la RA queda integrado en el desarrollo de la actividad de aprendizaje.



Figura 2: Prototipo en laboratorio escolar

El disponer de este prototipo nos permite su estudio en acción en situaciones de aula real, y obtener resultados que ayudan a comprender mejor los procesos y aprendizajes realizados en este exigente y difícil escenario didáctico de TP sobre la combustión.

5. OPORTUNIDADES PARA LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA

En nuestro caso, la RA se ha mostrado como una herramienta útil aportando posibilidades a un nuevo enfoque en el laboratorio escolar. La experiencia ha demostrado que el uso de la RA contribuye a la motivación del alumnado en el aprendizaje de las Ciencias y, a su vez, posibilita la mejora de la autoestima y la generación de emociones positivas respecto a la actividad científica, consiguiendo así un escenario con mayores oportunidades de desarrollo de la creatividad.

El uso de la RM permite utilizar la tecnología para mejorar la eficiencia del escenario didáctico de TP en el laboratorio escolar, ya que libera tiempo al profesorado para hacer tareas más productivas y ajustadas a

la indagación y mejora su eficacia, siempre que se haya incorporado como objetivo en el diseño de la actividad.

En la fase de diseño de materiales y utilización de recursos, la RM aporta oportunidades a la reflexión didáctica con el necesario análisis de contenidos y revisión de modelos escolares al plantear qué virtualizar y cómo interactuar con esa nueva experiencia virtual.

BIBLIOGRAFÍA

- Abrahams, I. y Reiss, M.J. (2012). Practical work: Its effectiveness in primary and secondary schools in England. *J. Res. Sci. Teach*, 49, 1.035-1.055. <http://dx.doi.org/10.1002/tea.21036>
- Caamaño, A. (2003). Los trabajos prácticos en ciencias. En M.P. Jiménez Aleixandre (coord.). *Enseñar ciencias* (pp. 95-118). Barcelona: Graó.
- Csikszentmihalyi, M. (2015). *Creatividad. El flujo y la psicología del descubrimiento y la invención*. Barcelona: Paidós (Orig. 1998).

- Hall, R. y Greeno, J.G. (2008). Conceptual learning. En T.L. Good (Ed.): *21st Century Education: A Reference Handbook* (pp. 212-224). Los Angeles: SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.4135/9781412964012.n23>
- Hodson, D. (1992). Redefining and reorienting practical work in school science. *School Science Review*, 73 (264), 65-78.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias* 12 (3), 299-313.
- Izquierdo, M.; Sanmartí, N. y Espinet, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de Ciencias Experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (1), 45-59.
- Maeda, J. (2014). *Las leyes de la simplicidad*. Barcelona: Gedisa (Orig. 2006).
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A. y Kishino, F. (1994). Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. En *Photonics for Industrial Applications. International Society for Optics and Photonics*, 282-292.
- Millar, R. (2011). Practical work. En J. Osborne y J. Dillon (Eds.). *Good practice in science teaching: What research has to say* (pp. 108-134). Maidenhead: Open University Press.
- Rice, R. (2009). *Is it too early for Augmented Reality?* Disponible en: <http://curiousraven.squarespace.com/home/2009/2/1/is-it-too-early-for-augmented-reality.html>
- Zandvliet, D.B. (2012). ICT Learning Environments and Science Education: Perception to Practice. En B. Fraser, K. Tobin y C. McRobbie (Eds.). *Second International Handbook of Science Education* (p.p.1.277-1.289). New York: Springer Science+Business Media.