Enrique Sánchez Rivas
Ernesto Colomo Magaña
Julio Ruiz Palmero
José Sánchez Rodríguez
(Coordinadores)

Tecnologías educativas y estrategias didácticas

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

umaeditorial

© Enrique Sánchez Rivas (orcid.org/0000-0003-2518-2026), Ernesto Colomo Magaña (orcid.org/0000-0002-3527-7937), Julio Ruiz Palmero (orcid.org/0000-0002-6958-0926) y José Sánchez Rodríguez (orcid.org/0000-0003-4525-8761) (coordinadores)

umaeditorial

© UMA editorial

Bulevar Louis Pasteur, 30 (Campus de Teatinos)

29071 - Málaga

www.uma.es/servicio-publicaciones-y-divulgacion-cientifica

© De la ilustración de portada y contraportada: Grupo de investigación Innoeduca

ISBN: 978-84-1335-063-9

Esta editorial es miembro de la UNE, lo que garantiza la difusión y comercialización de sus publicaciones a nivel nacional.

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley.

Esta obra está sujeta a una licencia Creative Commons:

Reconocimiento - No comercial - SinObraDerivada (cc-by-nc-nd):

http://creativecommons.org/licences/by-nc-nd/3.0/es

Cualquier parte de esta obra se puede reproducir sin autorización pero con el reconocimiento y atribución de los autores.

No se puede hacer uso comercial de la obra y no se puede alterar, transformar o hacer obras derivadas.

Tecnologías educativas y estrategias didácticas

Enrique Sánchez Rivas

Ernesto Colomo Magaña

Julio Ruiz Palmero

José Sánchez Rodríguez (coordinadores)

Málaga - 2020

EXPERIENCIA STEM DE EDUCACIÓN PARTICIPATIVA PARA LA PROTECCIÓN DEL AGUA: ODS 4, 6,17

Lopera-Perez, Marisol[1]; Cuida, Astrid[2]; Cardona-Zapata, Mónica[3]

[1] *orcid.org/0000-0002-2548-6516, marisol.loperap@udea.edu.co*
[2] *orcid.org/0000-0002-9682-0825, acuidag@am.uva.es*
[3] *orcid.org/0000-0002-3697-2288, meliana.cardona@udea.edu.co*

Resumen

El aprendizaje sobre la sustentabilidad y su carácter dinámico es un aspecto clave en los procesos formativos, puesto que es relevante que los estudiantes tengan una visión sobre la interdependencia e interacción de los distintos elementos en el sostenimiento de la trama de la vida a nivel local, regional y global. De tal manera que, el enfoque STEM y el uso de TIC se han propuesto como vía para un aprendizaje integrado a la investigación escolar y la educación basada en contextos. Se presenta una experiencia que hace parte del proyecto e-lab: Medio ambiente, justicia social y sustentabilidad, cuyo objetivo es favorecer la participación de estudiantes de bachillerato en la protección de la microcuenca cercana al centro educativo. Esta experiencia se vincula desde los Objetivos para el Desarrollo Sostenible -ODS- 4, 6 y 17. Se describen los resultados de su aplicación y se analizan aspectos como la organización y el avance del proyecto de investigación llevado a cabo por los estudiantes, el uso de las TIC y los mecanismos de divulgación y apropiación social de la microcuenca.

Palabras clave

Sustentabilidad, medio ambiente, bachillerato, educación ambiental, objetivos para el desarrollo sostenible.

Introducción

Las dinámicas sociales y su incidencia en la innegable crisis de los sistemas ambientales requieren una mirada desde múltiples perspectivas, para favorecer la comprensión de los fenómenos latentes y emergentes. Es relevante visibilizar las formas particulares en que se establecen las relaciones ser humano-naturaleza, como el resultado de tensiones históricas. Estas miradas involucran directamente procesos educativos, puesto que son espacios desde los cuales se debe favorecer una educación crítica, democrática, participativa e inclusiva. Particularmente, Medellín, la subregión del Valle de Aburrá es

un contexto complejo, cuyo crecimiento económico y demográfico ha modelado los ecosistemas circundantes y en la actualidad tiene una proyección vinculada al desarrollo tecnológico y la innovación.

Desde los escenarios comunitarios: escuela y barrio, se han de fortalecer los conocimientos sobre el medio ambiente para aportar en la transformación de la ciudad. Esto se impulsa mediante procesos educativos para la resolución de los problemas ambientales, en concordancia con los ODS. Se propone el proyecto"e-lab" –*environmental laboratory*- pensado como un laboratorio vivo de experiencias para la formación sobre temas ambientales propios, en escenarios educativos dirigidos a diversos grupos de personas.

Se diseñó una experiencia para aplicarse en bachillerato, desde la perspectiva de la educación participativa para la protección del agua. Los participantes implementaron un proyecto de investigación para precisar la caracterización cualitativa de la vecina microcuenca "La Manguala" y, posteriormente, favorecer la apropiación de este espacio por parte de la comunidad escolar.

Justicia social y ambiental

En la literatura se encuentran tres concepciones de justicia social que coexisten actualmente: justicia social como redistribución (Nussbaum, 2006), como reconocimiento de los derechos sociales (Fraser y Honneth, 2003) y como participación (Borrell y Artal, 2014). Por otra parte, para Habermas (2002) la Justicia es vista desde la ética, en cuanto a la igualdad de libertades de los individuos que se determinan unos a otros. Afirma que solo se puede pensar en contextos sociales justos cuando todos los individuos puedan ejercer su libertad. Sin olvidar que la vida es compartida con otros sujetos por lo cual se debe velar por la preservación de su integridad. La justicia social a su vez se vincula directamente con los ODS (ONU, 2015), puesto que apunta a la equidad, desarrollo de las capacidades y garantía de los derechos.

En este sentido, abordar estos temas permite valorar las dinámicas contextuales y visibilizar problemas ambientales relevantes como son: la seguridad alimentaria, la generación de energía eléctrica, el aprovechamiento del recurso para la producción agrícola, la calidad de las microcuencas, la gestión social, entre otras. Así que, esta experiencia e-lab se fundamenta en los ODS 4, 6 y 17 ya que apuesta por fortalecer y

procurar la calidad en los procesos educativos en bachillerato, en relación con temas asociados a la protección y conservación de una microcuenca -ODS 6-. El ODS 17 además, fue de vital importancia, puesto que el proceso estuvo asesorado y financiado por entidades y proyectos de cooperación nacionales e internacionales.

Perspectivas pedagógica-didáctica

En primera instancia, el modelo de enseñanza STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) posibilita la integración de conocimiento a través de metodologías activas, experiencias -como es el caso de la investigación escolar-, fundamentadas en el desarrollo del pensamiento crítico, la resolución de problemas ambientales (Lou et al., 2011) y el trabajo colaborativo o aprendizaje basado en proyectos (Capraro et al., 2013). Es una aproximación al mundo desde la transdisciplinariedad.

En particular, se propone la integración tecnológica a través del uso de tecnologías emergentes como la realidad virtual (RV) y la realidad aumentada (RA), para la comprensión de problemas ambientales particulares, por sus posibilidades para promover la participación de los estudiantes y el acercamiento a nuevas estrategias de aprendizaje atractivas e innovadoras (Johnson, 2019).

La RA combina información tanto física como digital en tiempo real a través de algún dispositivo tecnológico; ampliando la realidad a partir de imágenes o elementos virtuales superpuestos, que crean un nuevo escenario para mejorarlo o enriquecerlo; en la RA "la información reside en el contenido real, y el contenido digital la aumenta y completa" (Cabero y Barroso, 2016, p. 47).

La RV se entiende como "una simulación tridimensional dinámica en la que el usuario se siente introducido en un ambiente artificial que percibe como real en base a estímulos a los órganos sensoriales" (Vera et al., 2003, p. 4); es decir, "permite a los usuarios adentrarse en un mundo alternativo inmersivo, simulado, donde pueden ocurrir experiencias sensoriales" (Johnson et al., 2016, p. 40). Según Cabero y Fernández (2018), mientras que en la RA se mezcla la realidad física con información digital y el sujeto se mantiene en su espacio, en la RV se ubica al sujeto en un mundo alternativo que le ofrece experiencias sensoriales. No obstante, ambos tipos de tecnologías comparten algunas características como "la inmersión, la navegación y la interacción" (Cabero y Barroso, 2016, p. 47)

Se han llevado a cabo, en diferentes niveles educativos, experiencias e investigaciones sobre RA, cuyos resultados pueden justificar la incorporación de esta en la docencia (Cabero y Barroso, 2016), desde donde se reconoce que puede facilitar la comprensión de fenómenos complejos posibilitando la percepción del entorno y los objetos desde distintos ángulos (García et al., 2010). Los escenarios de RA permiten que los estudiantes contextualicen y enriquezcan la información en distintos formatos y sistemas simbólicos, permitiendo un aprendizaje más personalizado y un avance acorde con sus propias capacidades e intereses (Fabregat, 2012). Los estudiantes pueden, gracias a la RA interactuar de forma directa y natural con objetos virtuales mediante la manipulación de objetos reales (Wojciechowski y Cellary, 2013)

La incorporación de este tipo de tecnologías en la enseñanza, requiere de algunos criterios como el diseño de entornos flexibles, que atiendan necesidades tanto educativas como didácticas; contemplar las limitaciones que pueden tener los diferentes contextos en los que se pretenden implementar ya que no siempre se cuenta con los recursos o las competencias digitales por parte de profesores o estudiantes; e indagar por estrategias y metodologías que favorezcan aprendizaje significativos (Cabero y Barroso, 2016).

Para el caso particular de esta experiencia de e-lab, se utilizaron algunas herramientas de RA y RV ofrecidas por el programa *Global Learning and Observations to Benefit the Environment* GLOBE (https://www.globe.gov/), como el GLOBE *Observer*, que hace parte de un programa de ciencia para estudiantes y ciudadanos que busca registrar observaciones sobre aspectos ambientales. Esta aplicación incluye herramientas para observar nubes y el color del cielo (un aproximado de la calidad del aire), identificar y mapear hábitats de mosquitos, y fotografiar y clasificar la cobertura del suelo/uso del suelo (Weaver y Soeffing, 2018).

Así mismo, la aplicación HoloGLOBE, que muestra el clima en tiempo real, terremotos, incendios, temperatura y otros datos satelitales atmosféricos, oceánicos, biológicos y geológicos, proporcionados por la NASA y el NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*), a los que pueden acceder los estudiantes en sus clases para tener una experiencia dinámica, y un acercamiento a la ciencia desde su cotidianidad (Dorofy *et al.*, 2018; Summey, 1997).

Por otra parte, se utilizó la app *Mobile Topographer,* que tiene como objetivo aumentar la precisión del GPS. Esta aplicación, hace uso de la geolocalización en combinación con datos almacenados de RA, por lo que facilita las salidas de campo para los estudiantes, quienes van explorando diferentes características de su contexto a partir de su ubicación.

Sin embargo, se considera que lo ambiental no solo vincula el monitoreo y medición de variables en contextos particulares; esta experiencia se fundamentó en la posibilidad de potenciar la apropiación social, así que una propuesta pedagógica de relevancia es el aprendizaje servicio (*service learning*), desde donde se busca proyectar aprendizajes a través de la responsabilidad social, así como lo menciona Minor (2001) quien considera el aprendizaje fundamentado en el servicio implica que los estudiantes utilicen lo que aprenden en clase para ayudar a las personas, y luego traigan lo que aprenden en su comunidad al aula para mejorar su aprendizaje académico. Además, otro referente es el aprendizaje basado en el lugar (*place based education*), puesto que las estrategias del "e-lab" son sensibles a las dinámicas del contexto, a las problemáticas que necesitan resolverse para que las personas alcancen la calidad de vida, el bienestar y la justicia social.

Metodología

El proyecto "e-lab" tiene como objetivo general diseñar experiencias educativas ambientales, desde la perspectiva de la sustentabilidad y la justicia social; cada una de ellas se considera un diseño educativo (Van Den Akker et al., 2006) por su destacado potencial para la investigación en el campo de la Didáctica de las Ciencias y en Educación Ambiental (Kelly et al., 2008).

La experiencia e-lab que acá se reporta, se realizó en un período de 10 semanas (40 horas en total), con 30 estudiantes de bachillerato de la Institución Educativa San José Obrero (Medellín, Colombia). Estos estudiantes realizaron la caracterización física, química y biológica de la microcuenca, con el fin de generar una cartografía sobre la calidad del agua en diferentes tramos y movilizar la apropiación social de la microcuenca por parte de la comunidad académica (Institución Educativa) y los habitantes de los barrios aledaños. El proyecto se realizó en las fases descritas en la tabla 1:

Tabla 1. Fases del proceso de la experiencia e-lab.

Fase/ODS	Descripción
Planteamiento de la investigación (4,6)	Se realizan diferentes actividades para desencadenar preguntas de investigación sobre el recurso hídrico. En particular se hicieron salidas de campo y se utilizó la app HoloGLOBE (RA-RV) para favorecer el pensamiento sistémico.
Búsqueda de entidades colaboradoras (17)	Las sinergias se consideraron como un aspecto determinante para el desarrollo de esta propuesta educativa puesto que financiaron y apoyaron la propuesta. Así que se contó con la participación del proyecto colombo suizo SieNi, el programa ONDAS de Colciencias y Feria Ciencia, y Tecnología e Innovación del Museo (Parque Explora de Medellín).
Caracterización físico, química y biológica (6)	Se realizó un muestreo en 4 zonas de la microcuenca y se utilizó un instrumento multipárametrico. Además, la recogida e identificación de macro invertebrados como bioindicadores.
Apropiación social (4, 6)	Talleres de cartografía social sobre la microcuenca y recorridos de sensibilización.

Resultados y discusión

Los resultados se presentarán en relación con varios aspectos: proceso de investigación escolar de los estudiantes, uso de las TIC y apropiación social del conocimiento.

Proceso de investigación de los alumnos

La e-lab se desarrolló a través de un proceso de investigación, el cual vinculó diferentes áreas de conocimiento STEM, en relación con la microcuenca "La Manguala". De tal manera que el punto de partida fueron las actividades desencadenantes tales como las salidas de campo -Figura 1- y el uso de la app HoloGLOBE.

Figura 1. Reconocimiento de la microcuenca "La Manguala".

A partir de estos ejercicios de reconocimiento, los estudiantes construyeron el árbol de problemas asociados a la gestión de la microcuenca (figura 2). Entre los problemas más relevantes mencionaron su uso como vertedero de hogares campesinos y granjas porcícolas, así como el depósito de residuos sólidos por parte de los caminantes y

estudiantes del centro educativo. Además, el desarrollo urbano acelerado en zonas aledañas a la institución y el desconocimiento de los habitantes de la zona de los riesgos que amenazan la microcuenca.

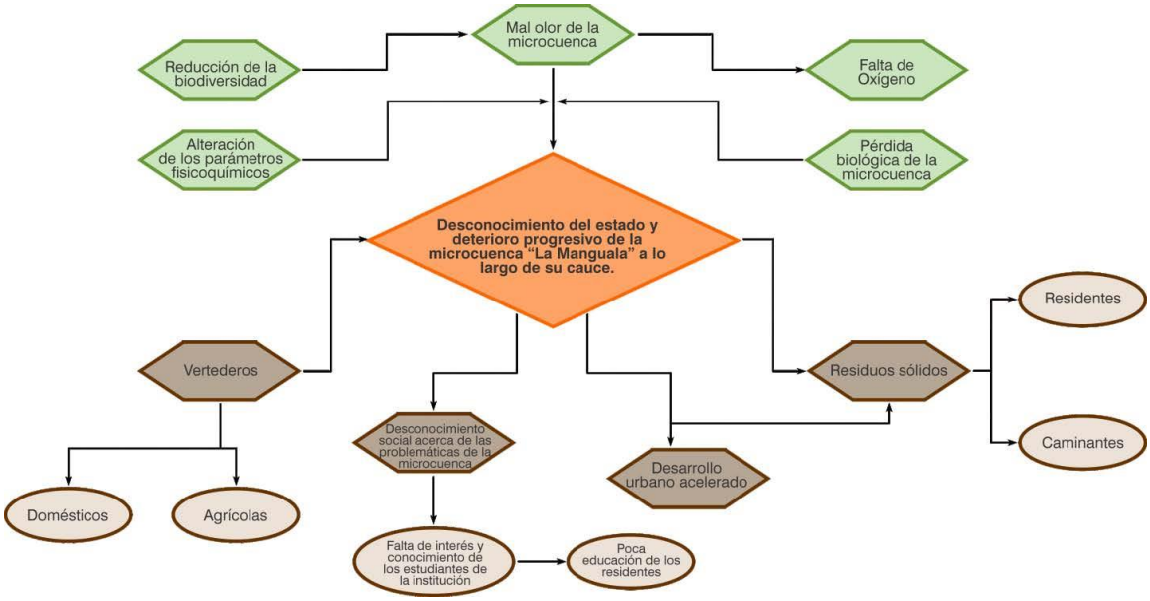

Figura 2. Árbol de problemas. Tomado de la bitácora de los estudiantes.

A partir de este ejercicio diagnóstico, los estudiantes plantearon su pregunta y los objetivos que direccionarían su ejercicio de investigación:

> **Pregunta de investigación:** ¿qué factores influyen en el deterioro progresivo que se da en la microcuenca y de qué manera se puede sensibilizar a la comunidad para que se apropien de la microcuenca como parte de su territorio institucional y cultural?
>
> **Objetivos:** favorecer la apropiación social de la microcuenca a través de la caracterización física, química y biológica con mediación de las herramientas tecnológicas. Difundir los datos a través de las herramientas vinculadas al programa GLOBE.
>
> (Bitácora. Líderes del equipo de investigación, octubre-2019)

Además, justificaron su investigación incluyendo asuntos relevantes vinculados a la necesidad de una gestión efectiva de la microcuenca, así como la priorización del tema en el centro educativo desde el conocimiento sobre la calidad del agua en diferentes tramos:

> Cerca de la microcuenca se ha evidenciado un incremento poblacional junto con un deterioro notable en el entorno, por el mal manejo de esta. Por esto, nos resulta importante que desde la institución educativa San José Obrero se busquen estrategias que favorezcan la apropiación social con el fin de generar un cambio positivo en la microcuenca.
>
> (Bitácora. Líderes del equipo de investigación, octubre-2019)

En consecuencia, se determinó una trayectoria de investigación. Se realizó la caracterización física, química y biológica en 4 zonas de muestreo (figura 3). Los parámetros físico-químicos considerados fueron: turbiedad, pH, temperatura, porcentaje de concentración de oxígeno, presión atmosférica, conductividad y sólidos totales. Es importante mencionar que se siguió el protocolo estandarizado de GLOBE[1] mediante el uso de un instrumento multiparamétrico (proporcionado por el programa ONDAS de Colciencias). Adicionalmente, los datos, fueron reportados a través de la app GLOBE *observer* y se ubicaron en el *website*[2]

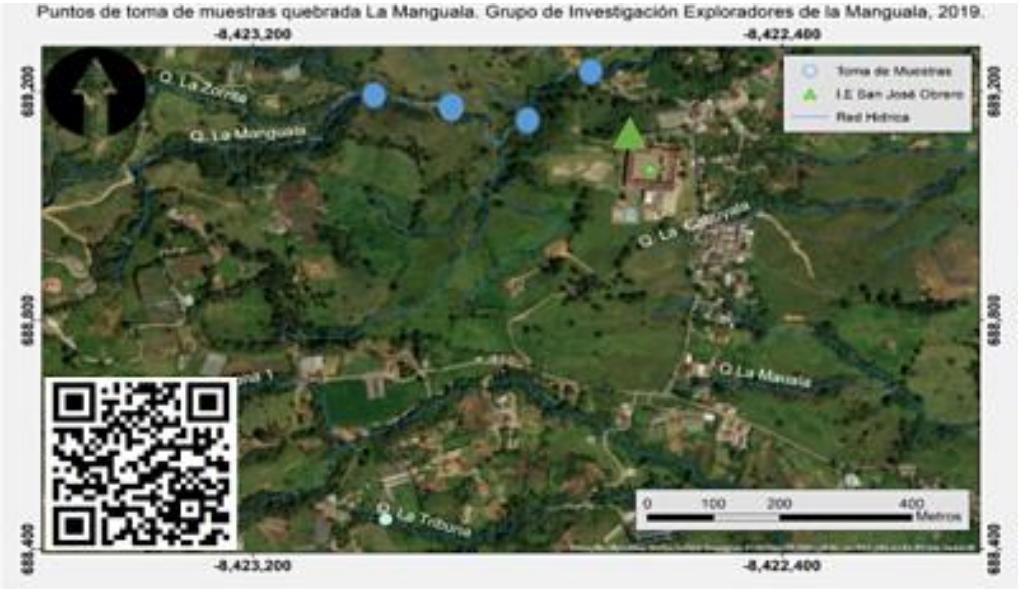

Figura 3. Cartografía construida con la app Mobile Topographer y parámetros físicos-químicos.

Uso de las TIC

El uso de las TIC ha sido determinante para el desarrollo del proyecto de investigación de los estudiantes, además, implicó procesos de formación de la docente acompañante;

[1]https://www.globe.gov/documents/10157/381040/hydro_chap_es.pdf
[2] https://sites.google.com/view/manguala-fq/home.

por ejemplo, para el proceso de certificación en los diferentes protocolos de GLOBE. En particular, es importante mencionar el uso de la app Mobile Topographer para la georreferenciación en las salidas de campo la cual se presentó en la figura 3.

En todos los casos, las herramientas proporcionadas por GLOBE (HoloGLOBE, GLOBE *Observer)* fueron motivadoras y potenciaron el desarrollo de la investigación, además permitieron a los docentes tener sentido de pertenencia y apropiación de la microcuenca, a la par que sentirse parte de un grupo de estudiantes y ciudadanos que están monitoreando diferentes sistemas ambientales y compartiendo sus ejercicios de investigación.

Cabe destacar que la esencia de esta e-lab es la investigación sobre la microcuenca en pro de la educación participativa para la protección del agua, así que se asume el papel mediador y facilitador de las TIC, lo cual es coherente con la crítica planteada por Buchanan, Pressick-Kilborn y Maher (2018) quienes consideran que las herramientas virtuales podrían usarse como precursores y aperitivos, en lugar de una alternativa a la interfaz ambiental.

Apropiación social

Uno de los objetivos del proceso de investigación llevado a cabo por los estudiantes, estaba enfocado en la apropiación social de la microcuenca por parte de la comunidad educativa -estudiantes, docentes y directivos-, de tal manera que durante el 2019 se plantearon diferentes ejercicios de divulgación de los resultados para el conocimiento y apropiación de las características de la microcuenca y sus problemáticas más relevantes. En este sentido fueron significativas para la comunidad las diferentes exposiciones del proyecto y ejercicios de cartografía social como se presenta en la Figura 4.

Figura 4. Divulgación y cartografía social con otros estudiantes de la institución.

Además, los estudiantes se emocionan al compartir que se les ha reconocido su proyecto en diferentes espacios de ciudad, y se sienten parte del programa GLOBE, desde el cual se les ha otorgado como premio equipamiento para el laboratorio escolar.

> Ha habido un reconocimiento a nivel educativo, municipal y nacional ya que se ha tenido la oportunidad de exponer el proyecto en diversas ferias locales, en ferias institucionales, se ha reconocido la toma de datos y se han adjuntado a la plataforma de la NASA llamada GLOBE. Gracias a ello, el proyecto se ha ganado un equipo multiparamétrico nuevo para seguir realizando la toma de datos. (Bitácora. estudiantes, octubre-2019)

Es importante mencionar, que durante el año 2020 los estudiantes han estado trabajando en la construcción de letreros de señalización en diferentes puntos de la microcuenca con información sobre la calidad del agua, donde se involucrarán elementos de RV y RA.

Conclusiones

Está latente la necesidad de ampliar estas experiencias a la formación del profesorado, de tal manera que favorezcan en este el desarrollo de habilidades para incorporar las tecnologías emergentes a sus prácticas educativas y para que sea capaz de crear estrategias enriquecedoras desde un punto de vista educativo.

El uso de las diferentes app y herramientas tecnológicas permite una aproximación concienzuda y rigurosa al mundo real. Además, aporta información sistemática a la generación de conocimiento sobre fenómenos particulares, en este caso las dinámicas de una microcuenca, estimulando la conexión emocional y afectiva con el mundo natural y, en consecuencia, una predisposición a la acción.

Referencias

Borrell, S. R., y Artal, C. U. (2014). Formación docente y cultura participativa del centro educativo: claves para favorecer la participación familia-escuela. *Estudios sobre educación, 27*, 153-168.

Buchanan, J., Pressick-Kilborn, K., y Maher, D. (2018). Promoting environmental education for primary school-aged students using digital technologies. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 15*(2), em1661.

Cabero, J., y Barroso, J. M. (2016). Posibilidades educativas de la Realidad Aumentada. *Journal of New Approaches in Educational Research, 5*(1), 46-52.

Cabero, J., y Fernández, B. (2018). Las tecnologías digitales emergentes entran en la Universidad: RA y RV. RIED. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 21*(2), 119-138.

Capraro, R. M., Capraro, M. M., y Morgan, J. R. (Eds.). (2013). *STEM project-based learning: An integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach*. Springer Science & Business Media.

Dorofy, P., Moore, J., Wiederhold, E., Casasanto, V., Kenisky, J., y Billings, B. (2018). Designing an Augmented Reality App to Communicate and Engage Users in Real-Time Satellite Data. AGUFM, 2018, IN53B-07

Fabregat, R. (2012). Combinando la realidad aumentada con las plataformas de e-elearning adaptativas. *Enl@ce Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento, 9*(2), 69-78.

Fraser, N., y Honneth, A. (2003). *Redistribution or recognition?: a political-philosophical exchange*. Verso.

García, I., Peña-López, I., Johnson, L., Smith, R., Levine, A., y Haywood, K. (2010). *Informe Horizon: Edición Iberoamericana 2010*. The New Media Consortium

Habermas, J. (2002). *El futuro de la naturaleza humana: ¿Hacia una eugenesia liberal?* Paidós.

Johnson, L., Adams, S., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A., y Hall, C. (2016). *NMC Horizon Report: 2016 Higher Education Edition.* The New Media Consortium.

Johnson, J. (2019). Jumping into the world of virtual & augmented reality. *Knowledge Quest, 47*(4), 22-28.

Kelly, A. E., Baek, J. Y., Lesh, R. A., y Bannan-Ritland, B. (2008). Enabling innovations in education and systematizing their impact. *Handbook of design research methods in education: Innovations in science, technology, engineering, and mathematics learning and teaching*, 3-18.

Lou, S. J., Shih, R. C., Diez, C. R., y Tseng, K. H. (2011). The impact of problem-based learning strategies on STEM knowledge integration and attitudes: an exploratory study among female Taiwanese senior high school students. *International Journal of Technology and Design Education, 21*(2), 195-215.

Nussbaum, M. C. (2006). *El ocultamiento de lo humano: repugnancia, vergüenza y ley (Vol. 77)*. Katz Editores.

ONU, A. G. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.* Resolución aprobada por la Asamblea General el 25 de septiembre.

Summey, B. (1997). The Hologlobe. In *ACM SIGGRAPH 97 Visual Proceedings: The art and interdisciplinary programs of SIGGRAPH'97* (p. 264).

Weaver, K. L. K., y Soeffing, C. (2018). GLOBE Observer: Earth Science in the Palm of Your Hand. AGUFM, 2018, ED23C-0916.

Van den Akker, J., Gravemeijer, K., McKenney, S., y Nieveen, N. (Eds.). (2006). *Educational design research*. Routledge.

Vera, G., Ortega, J. A., y Burgos, M. Á. (2003). La realidad virtual y sus posibilidades didácticas. *Etic@ net: Revista científica electrónica de Educación y Comunicación en la Sociedad del Conocimiento*, (2), 12.

Wojciechowski, R., y Cellary, W. (2013). Evaluation of learners' attitude toward learning in ARIES augmented reality environments. *Computers & Education,* 68, 570-585.