

INNOVACIÓN

E D U C A T I V A

Volumen 19

80

■ TERCERA ÉPOCA ■

mayo-agosto, 2019

may-august, 2019

ISSN 1665-2673

EN LA SECCIÓN ALEPH

Casos y retos de la educación 4.0

Cases and Challenges of Education 4.0

PATRICIA MARIELA DOMÍNGUEZ OSUNA MARÍA AMPARO OLIVEROS RUIZ

MARCOS ALBERTO CORONADO ORTEGA BENJAMÍN VALDEZ SALAS SONIA ESTHER GONZÁLEZ-MORENO

JORGE ABELARDO CORTÉS-MONTALVO NOHEMÍ LUGO-RODRÍGUEZ JULIO ERNESTO ROJAS MESA

LINDA ALEJANDRA LEAL URUEÑA MARÍA TERESA RASCÓN GÓMEZ FLORENCIO CABELLO

FERNÁNDEZ-DELGADO M^a COVADONGA DE LA IGLESIA VILLASOL PATRICIA SILVANA SAN MARTÍN

GONZALO DARÍO ANDRÉS MARÍA EVELINDA SANTIAGO JIMÉNEZ MARÍA EUGENIA LAZCANO HERRERO

LILIÁN HERNÁNDEZ NOLASCO DANIEL EDUARDO ARMIENTA MORENO CHARLES KECK

BRUCE FERGUSON ANTONIO SALDÍVAR MORENO



Instituto Politécnico Nacional

Mario Alberto Rodríguez Casas
DIRECTOR GENERAL

Héctor Leoncio Martínez Castuera
SECRETARIO GENERAL

Jorge Toro González
SECRETARIO ACADÉMICO

Juan Silvestre Aranda Barradas
SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

Luis Alfonso Villa Vargas
SECRETARIO DE EXTENSIÓN
E INTEGRACIÓN SOCIAL

María Guadalupe Vargas Jacobo
SECRETARIA DE SERVICIOS EDUCATIVOS

Reynold Ramón Farrera Rebollo
SECRETARIO DE GESTIÓN ESTRATÉGICA

Jorge Quintana Reyna
SECRETARIO DE ADMINISTRACIÓN

Eleazar Lara Padilla
SECRETARIO EJECUTIVO DE LA
COMISIÓN DE OPERACIÓN Y FOMENTO DE
ACTIVIDADES ACADÉMICAS

José Cabello Becerril
SECRETARIO EJECUTIVO DEL PATRONATO DE
OBRAS E INSTALACIONES

José Juan Guzmán Camacho
ABOGADO GENERAL

Modesto Cárdenas García
PRESIDENTE DEL DECANATO

“La Técnica al Servicio de la Patria”

www.ipn.mx

INNOVACIÓN
EDUCATIVA

INNOVACIÓN

E D U C A T I V A

Volumen 19

80

■ TERCERA ÉPOCA ■

mayo-agosto, 2019

may august, 2019

ISSN 1665-2673

SECCIÓN ALEPH

Casos y retos de la educación 4.0

Cases and Challenges of Educación 4.0

INDIZACIÓN

Sistema de Clasificación de Revistas Mexicanas de Ciencia y Tecnología del CONACyT
Clarivate Analytics Web of Science (WoS)-SCIELO Citation Index

REDALYC

Scientific Electronic Library Online, SCIELO

Latindex-Directorio

Clase

Dialnet

Publindex

Ranking Redib-Clarivate Analytics

Rebiun

Índice Internacional «Actualidad Iberoamericana»

CREDI de la OEI

IRESIE

Registrada en los catálogos HELA y CATMEX

EBSCO-Host, Educational Research

CENGAGE Learning

Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico del CSIC y UNIVERSIA

Matriz de Información para el Análisis de Revistas

Repositorio Institucional de la Universidad Autónoma de Barcelona

La Referencia

CRUE

Publindex

REMEDI-Indice



Innovación Educativa es una revista científica mexicana, arbitrada por pares a ciegas, indizada y cuatrimestral, publica artículos científicos inéditos en español e inglés. La revista se enfoca en las nuevas aproximaciones interdisciplinarias de la investigación educativa para la educación superior, donde confluyen las metodologías de las humanidades, ciencias y ciencias de la conducta. *Innovación Educativa* es una revista que se regula por la ética de la publicación científica expresada por el *Committee of Publication Ethics*, COPE. Cuenta con los indicadores que rigen la comunicación científica actual y se suma a la iniciativa de acceso abierto no comercial (*open access*), por lo que no aplica ningún tipo de embargo a los contenidos. Su publicación corre a cargo de la Coordinación Editorial de la Secretaría Académica del Instituto Politécnico Nacional.

Número de certificado de reserva otorgado por el Instituto Nacional de Derecho de Autor:

04-2006-053010202400-102

Número de certificado de licitud de título: 11834

Número de certificado de licitud de contenido: 8435

Número de ISSN: 1665-2673

ISSN electrónico: 2594-0392

Sistema de Calidad Certificado N° 10 950 227

INDIZACIÓN

Sistema de Clasificación de Revistas Mexicanas de Ciencia y Tecnología del CONACYT; Clarivate Analytics Web of Science (WoS)-SCIELO Citation Index; REDALYC; Scientific Electronic Library Online, SCIELO; Latindex-Directorio; Clase; Dialnet; Publindex, Ranking Redib-Clarivate Analytics; Índice Internacional «Actualidad Iberoamericana»; Rebiun; CREDI de la OEI; IRESIE. Registrada en los catálogos HELA y CATMEX; EBSCO-Host, Educational Research; CENGAGE Learning; Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico del CSIC y UNIVERSIA; Matriz de Información para el Análisis de Revistas; Repositorio Institucional de la Universidad Autónoma de Barcelona; La Referencia; CRUE; Publindex; REMERI-Index.

Innovación Educativa cuenta con la participación de evaluadores externos en el proceso del arbitraje.

Domicilio de la publicación y distribución
Coordinación Editorial,
Edificio de la Secretaría Académica, 1er piso,
Unidad Profesional «Adolfo López Mateos»,
Avenida Luis Enrique Erro s/n,
Zacatenco, C.P. 07738,
Alcaldía Gustavo A. Madero, D.F., México
Tel: 5729 6000, exts. 50403 y 50530
Correo: innova@ipn.mx
Web: www.innovacion.ipn.mx

Los artículos firmados son responsabilidad exclusiva de sus autores y no reflejan necesariamente el criterio de la institución, a menos de que se especifique lo contrario. Se autoriza la reproducción parcial o total siempre y cuando se cite explícitamente la fuente.

Tiro: 500 ejemplares

Innovación Educativa is a Mexican scientific journal; blind peer-reviewed, it is indexed and published every four months, presenting new scientific articles in Spanish and English. The journal focuses on new interdisciplinary approaches to educational research in higher education, bringing together the methodologies of the humanities, sciences and behavioral sciences. *Innovación Educativa* is a journal regulated by the ethics of scientific publications expressed by the Committee of Publication Ethics, COPE, and participates in the initiative for non-commercial open access, and thus does not charge any fees or embargo for its contents. It is published by the Editorial Coordination of the Office of Academic Affairs of the Instituto Politécnico Nacional, México.

Number of reserve certificate given by the Instituto Nacional de Derecho de Autor:

04-2006-053010202400-102

Number of certificate of title lawfulness: 11834

Number of certificate of content lawfulness: 8435

ISSN Number: 1665-2673

Electronic ISSN: 2594-0392

Certified Quality System N° 10 950 227

INDEXING

Sistema de Clasificación de Revistas Mexicanas de Ciencia y Tecnología del CONACYT; Clarivate Analytics Web of Science (WoS)-SCIELO Citation Index; REDALYC; Scientific Electronic Library Online, SCIELO; Latindex-Directorio; Clase; Dialnet; Dialnet; Publindex, Ranking Redib-Clarivate Analytics; Índice Internacional «Actualidad Iberoamericana»; Rebiun; CREDI de la OEI; IRESIE. Registered in the HELA and CATMEX catalogues; EBSCO-Host, Educational Research; CENGAGE Learning; Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico del CSIC y UNIVERSIA; Matriz de Información para el Análisis de Revistas; Repositorio Institucional de la Universidad Autónoma de Barcelona; La Referencia; CRUE; Publindex; REMERI-Index.

Innovación Educativa includes the participation of external evaluators in the peer review process.

Publication and distribution address
Coordinación Editorial
Edificio de la Secretaría Académica, 1er piso
Unidad Profesional «Adolfo López Mateos»
Avenida Luis Enrique Erro s/n
Zacatenco, C.P. 07738
Alcaldía Gustavo A. Madero, D.F. México
Phone: 5729 6000, exts. 50530 y 50403
E-mail: innova@ipn.mx
Web: www.innovacion.ipn.mx

Signed articles are the sole responsibility of the authors and do not necessarily reflect the point of view of the institution, unless otherwise specified. Total or partial reproduction is allowed provided that the source is acknowledged.

Print run: 500 copies

Contenido

	Presentación. Disrupción y aporía: de camino a la educación 4.0	7
	▶ Xicoténcatl Martínez Ruiz	
[ALEPH]	Retos de ingeniería: enfoque educativo STEM+A en la revolución industrial 4.0	15
	Engineering challenges: a STEM+A educational approach in the 4.0 industrial revolution	
	▶ Patricia Mariela Domínguez Osuna, María Amparo Oliveros Ruiz, Marcos Alberto Coronado Ortega y Benjamín Valdez Salas	
	Percepciones de docentes universitarios en el uso de plataformas tecnológicas gamificadas. Experiencias en un taller de formación	33
	Perceptions of university professors of the use of gamified technological platforms. Experiences in a training workshop	
	▶ Sonia Esther González-Moreno, Jorge Abelardo Cortés-Montalvo y Nohemí Lugo-Rodríguez	
	Estrategias de gamificación para construir una cultura de investigación en contextos universitarios	57
	Gamification strategies to create a research culture in university contexts	
	▶ Julio Ernesto Rojas Mesa y Linda Alejandra Leal Uruña	
	Narrativas audiovisuales sobre resiliencia y educación desde un enfoque edu-comunicativo	77
	Audiovisual narratives on resilience and education through an edu-communicative approach	
	▶ María Teresa Rascón Gómez y Florencio Cabello Fernández-Delgado	
	Caja de herramientas 4.0 para el docente en la era de la evaluación por competencias	93
	4.0 Toolkit for teachers in the era of competency evaluations	
	▶ M ^a Covadonga De la Iglesia Villasol	
	MiRA: Una experiencia de comunicación pública de la ciencia y la tecnología en torno al patrimonio	113
	MiRA: An experience of science and technology public communication with regard to heritage	
	▶ Patricia Silvana San Martín y Gonzalo Darío Andrés	
[INNOVUS]	La valoración ética en la educación tecnológica	137
	Critical evaluation of technological education	
	▶ María Evelinda Santiago Jiménez, María Eugenia Lazcano Herrero y Lilián Hernández Nolasco	
	Huertos escolares como espacios para el cultivo de relaciones	161
	School gardens as spaces for the cultivation of relationships	
	▶ Daniel Eduardo Armenta Moreno, Charles Keck, Bruce G. Ferguson y Antonio Saldívar Moreno	
[EX-LIBRIS]	Joseph E. Aoun. <i>Robot-Proof: Higher Education in the age of artificial intelligence</i>	181
	▶ Andrea Alejandra Rendón Peña	
	Colaboradores	184
	Lineamientos 2019	190
	Guidelines 2019	194

DIRECTOR
Jorge Toro González

EDITOR EN JEFE / EDITOR IN CHIEF
Xicoténcatl Martínez Ruiz

Comité Editorial Editorial Board

Asoke Bhattacharya
Teerthanker Mahaveer University,
India

Tomasso Bobbio
Università degli Studi di Torino, Italia

David Callejo Pérez
Saginaw Valley State University,
Michigan, EUA

Patricia Camarena Gallardo
Instituto Politécnico Nacional, México

Jayel Cornelio Serrano
Ateneo de Manila University, Filipinas

Pedro Flores Crespo
Universidad Autónoma de
Querétaro, México

Eugenio Echeverría Robles
Centro Latinoamericano de Filosofía
para Niños, México

Alejandro J. Gallard Martínez
Georgia Southern University, EUA

Manuel Gil Antón
El Colegio de México, México

Nirmalya Guha
Manipala University, India

Abel Hernández Ulloa
Universidad de Guanajuato, México

Antonio Medina Rivilla
Universidad Nacional de Educación
a Distancia, España

Raymundo Morado
Universidad Nacional Autónoma de
México, México

Marie Noëlle-Rodríguez
Alliance française de Rio de Janeiro,
Brasil

Pilar Pozner
Investigador independiente, Argentina

Benjamín Preciado Solís
El Colegio de México, México

Chakravarthi Ram-Prasad
University of Lancaster, Inglaterra

Claudio Rama Vitale
Universidad de la Empresa, Uruguay

Lizette Ramos de Robles
Universidad de Guadalajara, México

Hernando Roa Suárez
Universidad de Santo Tomás,
Colombia

Carlos Roberto Ruano
St. Paul University, Canada

Maria Luisa C. Sadorra
National University of Singapore,
Singapore

Miguel A. Santos Rego
Universidad de Santiago de
Compostela, España

Luz Manuel Santos Trigo
CINVESTAV, México

Juan Silva Quiroz
Universidad de Santiago de Chile,
Chile

Kenneth Tobin
The Graduate Center,
City University of New York, EUA

Elliot Turiel
University of California, EUA

Jorge Uribe Roldán
Facultad de Negocios Internacionales,
UNICOC, Colombia

Alicia Vázquez Aprá
Universidad Nacional de Río Cuarto,
Argentina

Attiya Warris
University of Nairobi, Kenia

David Williamson Shaffer
University of Wisconsin, EUA

Comité de Arbitraje Arbitration Committee

Sandra Acevedo Zapata*
Universidad Nacional Abierta y a
Distancia, Colombia

Jesús Aguilar Nery*
ISUE, Universidad Nacional
Autónoma de México

Luis O. Aguilera García*
Universidad de Holguín, Cuba

Noel Angulo Marcial
Instituto Politécnico Nacional, México

Luis Arturo Ávila Meléndez
Instituto Politécnico Nacional, México

Alma A. Benítez Pérez
Instituto Politécnico Nacional, México

**Francois Charles Bertrand
Pluinage**
CINVESTAV, México

Carmen Carrión Carranza*
Comité Regional Norte de
Cooperación UNESCO, México

María Elena Chan Nuñez*
Universidad de Guadalajara, México

Ivania de la Cruz Orozco*
CIDE, México

Raúl Derat Solís*
Universidad Autónoma de
Tamaulipas, México

Daniel Eudave*
Universidad Autónoma de
Aguascalientes, México

Francisco Farnum*
Universidad de Panamá, Panamá

Alejandra Ferreiro Pérez*
Cenidi - Danza José Limón - CENART,
México

Katherina E. Gallardo Córdova*
Tecnológico de Monterrey, México

Luis Guerrero Martínez*
Universidad Iberoamericana, México

Claudia A. Hernández Herrera
Instituto Politécnico Nacional, México

Luz Edith Herrera Díaz
Universidad Veracruzana, México

Rocío Huerta Cuervo
Instituto Politécnico Nacional, México

Ignacio R. Jaramillo Urrutia*
Red ILUMNO, Colombia

Maricela López Ornelas*
Universidad Autónoma de Baja
California, México

Mónica López Ramírez*
Universidad Nacional Autónoma de
México, México

Marcela Mandiola Cotroneo*
Facultad de Economía y Negocios,
Universidad Alberto Hurtado, Chile

Víctor M. Martín Solbes*
Universidad de Málaga, España

Javier Martínez Aldanondo*
Catenaria, Chile

Ricardo Martínez Brenes*
Organización de las Naciones
Unidas para la Educación, la Ciencia
y la Cultura, Costa Rica

María Fernanda Melgar*
Universidad Nacional de Río Cuarto,
Argentina

Mónica del Carmen Meza*
Escuela de Pedagogía, Universidad
Panamericana, México

Tomás Miklos*
Instituto Nacional de Asesoría
Especializada, S.C., México

Adrián Muñoz García*
El Colegio de México, México

Claudia Fabiola Ortega Barba*
Escuela de Pedagogía, Universidad
Panamericana, México

Eufrasio Pérez Navío*
Universidad de Jaén, España

Ramón Pérez Pérez*
Universidad de Oviedo, España

Ana María Prieto Hernández*
Investigadora independiente, México

Jesús Antonio Quiñones*
Universidad Abierta y a Distancia,
Universidad Santo Tomás, Colombia

Irazema E. Ramírez Hernández*
Benemérita Escuela Normal
Veracruzana, México

Leticia Nayeli Ramírez Ramírez*
Tecnológico de Monterrey, México

Ana Laura Rivoir Cabrera*
Universidad de la República, Uruguay

Juan Carlos Ruiz Guadalajara
El Colegio de San Luis, México

Elena F. Ruiz Ledesma
Instituto Politécnico Nacional, México

Hugo E. Sáez Arcecygor*
Universidad Autónoma
Metropolitana, México

Giovanni Salazar Valenzuela*
Universidad Nacional Abierta y a
Distancia de Colombia, Colombia

Cristina Sánchez Romero*
Universidad Nacional de Educación
a Distancia, España

Corina Schmelkes**
Universidad Autónoma del Noreste,
México

Velumani Subramaniam
CINVESTAV, México

Javier Tarango Ortiz*
Universidad Autónoma de
Chihuahua, México

Javier José Vales García*
Instituto Tecnológico de Sonora, México

Felipe Vega Mancera*
Universidad de Málaga, España

Lorenza Villa Lever*
Universidad Nacional Autónoma de
México, México

Federico Zayas Pérez*
Universidad de Sonora, México

*Árbitro externo

Equipo Editorial Editorial Staff

Juan J. Sánchez Marín
Diseño y desarrollo WEB
Web Development and Design

Sanam Eshghi-Esfahani
Traductora
Translator

Beatriz Arroyo Sánchez
Asistente Ejecutiva
Executive Assistant

Rodolfo Palma Rojo
Cuidado de la edición
Proof editing

Jaqueline Galicia Olvera
Asistente editorial
Editorial Assistant

Quinta del Agua Ediciones
Diseño y formación
Design and page layout

Disrupción y aporía: de camino a la educación 4.0

Xicoténcatl Martínez Ruiz
Instituto Politécnico Nacional

Disrupciones

Cada revolución es el quebranto de una tradición, de una forma de ser, de producir, de pensar, ver, relacionarnos y, por supuesto, de educar. La naturaleza misma de una revolución es la crítica y esta se expresa como irrupción y disrupción. La irrupción es presencia violenta de algo que no estaba, es aparición súbita, pero no necesariamente constante y, por ello, es susceptible de terminar en confusión. Por su parte, la disrupción es alteración del estatismo que cancela el futuro, es decir, abre y echa a andar la condición del cambio: la posibilidad de diversos futuros. La disrupción también es apertura y posibilidad, sin embargo, puede ser efímera cuando está ausente la reflexión sobre lo que se cuestiona y quebranta, sobre lo que cataliza conceptualmente lo revolucionario. Sin la reflexión crítica de la aparente novedad, la disrupción puede llegar a ser mera irrupción y disiparse en la descripción: repetir mecánicamente un estruendo, un adjetivo y finalmente un sustantivo inmóvil. Por ello, una revolución recibida de manera acrítica y sin reflexión es sospechosa de ser adormecimiento, ejercicio descriptivo y adaptación sin un conjunto de valores que guíe hacia una ciudadanía global o cosmopolita denominada así por Kant (1992). Luego, la revolución o revoluciones que hoy vivimos ya sean tecnológica, digital, industrial, de producción, de información nos exigen un análisis crítico.

El análisis crítico de nuestras creencias sobre la actual revolución tecnológica puede enfocarse en diversas relaciones, aunque, en un primer momento, estas páginas se centran en la relación indisoluble entre ser y educar. Pensemos: ¿cómo se ha transformado la educación en la era de la inteligencia no-biológica, la superinteligencia (Bostrom, 2014), el *homo digitalis*, la sociedad del cansancio (Han, 2012), la hiperhistoria, la infoesfera (Floridi, 2014) y la cuarta revolución industrial (Schwab, 2016)? Esta indagación no puede considerarse aislada, atomizada, porque la educación también se entiende como una interconexión entre su momento histórico, las revoluciones de cada tiempo y la naturaleza humana. En la naturaleza humana está la potencia teleológica (gr. *telos* o fin), el florecimiento de las capacidades

humanas que están latentes, en potencia y esperando actualizarse; llegan a ser presente en un horizonte que las activa, como es el caso de la educación (gr. *paideia*; al. *bildung*; sans. *vinaya*). Si bien la educación es un reflejo de la sociedad que estamos construyendo, entonces ¿qué sociedad construimos en medio de la conectividad entre dispositivos físicos y *software*, la digitalización, la hiperhistoria (Floridi, 2015)?

Existe una suposición en las sociedades actuales: asumir acríticamente y de manera inocua la incorporación de la inteligencia no-biológica, la digitalización, la vida mediada por pantallas, los dispositivos personalizados y todas las tecnologías de la información y comunicación que hoy están en la vida de un número considerable de habitantes del planeta. Sin embargo, no a todos los habitantes del planeta se aplican estos condicionamientos en relación con su uso y fomento, pero lamentablemente sí sus efectos. La suposición es un síntoma, más que un error. Porque refleja un desajuste y un *si* inconsciente, primero a la irrupción de la privacidad y, enseguida, a la configuración de la aparente identidad digital de cada persona, una región, una práctica, una experiencia, mediante mecanismos que cuantifican lo que parece ser nuestra forma de existir y pensar. La suposición también está en una creencia –cada vez más extendida–, de que la ubicuidad de dispositivos tecnológicos en cada aspecto de la vida y de una industria automatizada sea el único futuro que debemos esperar. Creencias así tendrán que cuestionarse, no como oposición al desarrollo tecnológico, sino como exigencia de que no se construya un futuro que anule lo mejor del ser humano.

En la irrefrenable inversión para el desarrollo de innovaciones tecnológicas subyace una tarea ineludible: pensar y usar críticamente la tecnología que cambió los procesos de enseñanza y aprendizaje. Pensemos en la disrupción –benéfica en diversos casos–, de las TIC y la modalidad virtual con sus variantes –*e-learning*, *b-learning*, *m-learning*–, en los procesos de aprendizaje y que transformaron los ambientes educativos. Por ejemplo, esa disrupción hizo posible democratizar el acceso a la educación (OCDE, 2017). Un logro clave para las condiciones de equidad educativa en sociedades con alta desigualdad. Sin embargo, la disrupción también incluye casos que han de considerarse, especialmente por sus implicaciones, como es el caso, entre otros, de un robot que realiza la labor de un docente desde 2008 en Japón (Crace, 2009). ¿Qué implicaciones pueden tener esos ejemplos?, sobre todo si investigamos conjuntamente tales implicaciones junto al desarrollo en inteligencia artificial y la categoría *high-level machine intelligence*, HLMI (Grace, K., et al., 2017), que se refiere a la posibilidad misma de que la inteligencia artificial no solo desplace –por medio de la automatización y resolución de tareas cada vez más complejas–, sino que supere la actividad humana en labores técnicas, comerciales y servicios.

Aporía

La sociedad que estamos construyendo es una paradoja en diversos sentidos. Construimos, fomentamos y nos maravillamos de sistemas que aceleran nuestro desplazamiento en las labores. En ello, no solamente hay que ver los efectos inmediatos, sino entender las implicaciones que tiene ese desplazamiento y la automatización dentro de una cadena de relaciones presentes y a futuro. Por una parte, la intervención tecnológica y la automatización parecen liberar al ser humano de actividades repetitivas, predecibles y mecanizadas, pero al mismo tiempo determinan actitudes y prácticas que impiden la libertad. En otras palabras, se fomentan las condiciones para una “autoexplotación” (Han, 2012), que parece libertad. Esa relación de auto-condicionamiento tiene lugar porque se crea un horizonte de homogeneización; es decir, un desierto homogéneo donde se consume lo mismo, se usa lo mismo, se busca lo mismo; ocurre la autorepresentación estandarizada en el horizonte digital de las redes sociales y la enorme oferta personalizada de modos de consumo, pero sin diferencia real. La homogeneización es predeterminación. Predeterminar significa ausencia, porque disipa la posibilidad de la libertad. Esas interacciones que observamos construyen la sociedad de la predeterminación, no de la libertad.

La sociedad que estamos construyendo y habitamos, conlleva un alto grado de condicionamiento que simultáneamente se presenta como aparente libertad, flexibilidad, adaptabilidad, dos perspectivas contrapuestas: *aporein*. El significado de una aporía (gr. *aporein*) reside en la presencia simultánea de dos afirmaciones, dos posibilidades que se soportan con razones, pero son contrapuestas. En el número previo de *Innovación Educativa* presenté una primera aporía entre lo que hoy llamamos industria 4.0 y sus implicaciones en la educación superior; en estas páginas esbozo la segunda aporía. Las condiciones de ocurrencia de una industria 4.0 parecen inconfundibles, son inversiones económicas: inversión en infraestructura, conectividad, procesos automatizados, una producción que tenga una salida asegurada hacia el mercado, debido a la capacidad de producción que implica una industria 4.0, la actualización de *software*, la incorporación de sistemas ciber-físicos, entre otros aspectos, todo ello significa una inversión económica considerable. Las industrias, que se han embarcado y logrado procesos de automatización 4.0 y que están reemplazando al ser humano en ciertos empleos, nos dejan lecciones relevantes para reflexionar y aproximarnos a un primer entendimiento del escenario que hoy observamos.

Los casos de industria 4.0 ofrecen lecciones acerca de sus implicaciones y que son motivo de reflexión. Una de ellas se presenta en la confluencia entre automatización, configuración de una

fábrica inteligente, nivel de salario y el desplazamiento de empleos, es decir, desaparición y creación de nuevos. Ese escenario ya es realidad y se extiende en el mundo, por ello es necesario un entendimiento más amplio sobre dónde y en qué condiciones es conveniente la implementación. La inversión en infraestructura para la industria 4.0 es elevada, y los ejemplos en Alemania ofrecen un panorama de las dinámicas entre inversión en infraestructura 4.0, el nivel de salario, qué empleos fueron automatizados y cuáles han sido creados. Por otra parte, en países donde el salario es bajo –nivel de renta media baja y renta baja– las condiciones de decisión no son las mismas; para algunas empresas conviene invertir en una fábrica inteligente y para otras no, ya que la realidad de muchos países funciona con salarios extremadamente desiguales y salarios bajos para egresados de educación superior. Luego, la segunda aporía entre la industria 4.0 y la educación reside en el salario del egresado. Si los salarios son altos, debido a la especificidad del trabajo, el lugar, la región del mundo y otros factores, vemos una ruta de automatización que posibilita invertir en la industria 4.0; sin embargo, no es la misma condición y realidad en las economías con salarios bajos de profesionistas (OECD, 2019). El nivel de salario es un tope o contraposición para implementar la fábrica inteligente.

De camino a la educación 4.0

En la aporía del salario reside la desigualdad. En la desigualdad de las sociedades actuales, la educación cobra un nuevo sentido: es esperanza y respuesta capaz de construir mecanismos para la equidad. La construcción de equidad no es irrupción, sino disrupción y posibilidad revolucionaria: apertura, cambio, disenso de la injusticia, diálogo con los tiempos. El concepto de educación 4.0 es un diálogo con nuestro tiempo y su argumento es la posibilidad de equidad, es reinventar aún en medio de las aporías. La aporía no solo se entiende como contraposición, con una salida que anula a su opuesto, sino en un doble efecto de negación y posibilidad de construcción. Las aporías que he mencionado buscan esa posibilidad de volver a edificar, ser camino hacia una educación para nuestro tiempo. Entender o al menos pensar las posibilidades del escenario que hoy vivimos: una revolución industrial que no está aislada y no solo es de producción, sino que exige un sistema de valores, una ética digital, un humanismo que haga frente a la auto-explotación voluntaria del uso acrítico de la tecnología y la hiperconectividad ubicua. La interacción entre instituciones, sociedad civil (Babaic, 2016) y educación tiene en la base un componente fundamental: la educación 4.0 no debe reducirse al uso de dispositivos tecnológicos, algo que ya ocurre sin necesidad de un adjetivo.

Lo que entendemos como educación 4.0 es algo más profundo. Habla de nuestro tiempo: el momento en que se están disipando las fronteras entre tecnología y ser humano, y se reconfigura nuestra relación con el espacio y el tiempo. Por ello, la actual revolución tecnológica es más que una revolución de producción y fábricas inteligentes; como las revoluciones previas que también fueron revoluciones culturales, sociales, estéticas, de valores, educativas, de comunicación, entre otras esferas humanas. En el horizonte educativo podemos formular uno de los aspectos que pueden guiar la educación 4.0 y es precisamente el de la equidad. ¿Cómo se prepararía un estudiante para asumir nuevos y diferentes roles en un mundo que es posibilidad, pero también determinación, esclavitud y libertad? La cuarta revolución industrial en México y la idea de una educación 4.0 tienen que pensarse en tiempos no lineales y a una velocidad disruptiva, a veces asincrónica. La revolución que estamos viviendo no es nada más industrial, sino histórica, cultural, social, de comunicación, de creación, de innovación y disrupción en múltiples campos de la esfera humana.

Allí se reducen los futuros posibles y la determinación es capaz de inducir la concreción de unas cuantas posibilidades; en otras palabras, sin la reflexión crítica estamos asegurando –a mediano y largo plazo– las condiciones de desigualdad y los riesgos asociados para el futuro de la humanidad que ya se echaron a andar (Brundage, M., et al., 2018; Bostrom, N., Dafoe, A., y Flynn, C., 2019; Mackinsey Global Institute, 2018). La sociedad que construimos lleva consigo una libertad paradójica. Nuestra sociedad es una sociedad de la predeterminación que crece alrededor de una libertad contradictoria, paradójica, que he expuesto previamente; a saber: en la sociedad de la predeterminación el ser humano tiende a ser un instrumento de sus instrumentos. ¿A qué se refiere esta idea? En la disminución y ausencia sistemática de capacidades y disposiciones humanas, la vida *on line*, la sobrecarga de información, así como el lugar y tiempo claves que ocupan los dispositivos inteligentes conectados a Internet en la vida actual. El uso de tecnología se está distinguiendo por hacer al ser humano un instrumento de sus propios desarrollos, que eran medios y no fines. Sin embargo, con esto no hay que olvidar que la tecnología también puede ayudar al ser humano y una de las posibilidades está en la educación 4.0, alimentada con un humanismo capaz de enfrentar los riesgos existenciales que ya están en curso (Global Challenges Foundation, 2018).

Referencias

- Babaic, B. (2016). Tres razones por las que el modelo educativo debe reinventarse. World Economic Forum. Recuperado de <https://es.weforum.org/agenda/2016/11/propuestas-para-un-nuevo-modelo-educativo-global/>
- Bostrom, N., Dafoe, A., y Flynn, C. (2019). Policy Desiderata for Superintelligent AI: A Vector Field Approach. Por publicarse en S.M. Liao (ed.). *Ethics of Artificial Intelligence*. Oxford, RU: Oxford University Press. Recuperado de <https://nickbostrom.com/papers/aipolicy.pdf>
- Bostrom, N. (2014). *Superintelligence: Paths, dangers, strategies*. Oxford, RU: Oxford University Press.
- Brundage, M., et al. (2018). *The malicious use of artificial intelligence: Forecasting, prevention, and mitigation*. Oxford, RU: Future of Humanity Institute, University of Oxford. Recuperado de <http://maliciousaireport.com/>
- Crace, J. (13 de marzo, 2009). Who needs teachers when you could have bankers? Or better still, robots?, *The Guardian*. Recuperado de <http://www.theguardian.com/education/mortarboard/2009/mar/13/robot-teacher-tokyo>
- Floridi, L. (2014). *The Fourth Revolution. How the infosphere is reshaping human reality*. Oxford, RU: Oxford University Press.
- Floridi, L. (2015). Hiperhistoria, el surgimiento de los sistemas multiagente (SMA) y el diseño de una infraética. En X. Martínez Ruiz (ed.), *Infosfera*. Ciudad de México, MX: IPN. Recuperado de <http://www.innovacion.ipn.mx/ColeccionLibros/Documents/Infosfera/infosfera.pdf>
- Grace, K., Salvatier, J., Dafoe, A., Zhang, B., y Evans, O. (2017). *When will AI exceed human performance? Evidence from AI experts*. Nueva York, EE UU: Cornell University Library.
- Global Challenges Foundation (2018). *The Global Catastrophic Risks 2018*. Estocolmo, Suecia: Global Challenges Foundation. Recuperado de <https://api.globalchallenges.org/static/files/GCF-Annual-report-2018.pdf>
- Han, B. C. (2012). *La sociedad del cansancio*. Barcelona, ES: Herder.
- Kant, E. (1992) *Filosofía de la historia*. Ciudad de México, MX: FCE.
- Mackinsey Global Institute (septiembre, 2018). *Notes from the AI frontier: Modeling the impact of AI on the world economy* (En preparación). McKinsey Global Institute. Recuperado de www.mckinsey.com/mgi
- OCDE. (2017), *La educación a distancia en la educación superior en América Latina*, Estudios del Centro de Desarrollo, Ciudad de México, MX: OCDE-IPN-OEI. Recuperado de <https://doi.org/10.1787/9789264277977-es>.
- OECD. (2019), *OECD Employment outlook 2019: The future of work*. París, FR: OECD Publishing. Recuperado de <https://doi.org/10.1787/9ee00155-en>
- Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. Ginebra, Suiza: World Economic Forum. Recuperado de <https://luminariaz.files.wordpress.com/2017/11/the-fourth-industrial-revolution-2016-21.pdf>

[ALEPH]

Retos de ingeniería: enfoque educativo STEM+A en la revolución industrial 4.0

Patricia Mariela Domínguez Osuna
María Amparo Oliveros Ruiz
Marcos Alberto Coronado Ortega
Benjamín Valdez Salas
Universidad Autónoma de Baja California

Resumen

El uso del material didáctico, enfocado en el concepto STEM+A, es presentado de forma descriptiva, basada en la experiencia de niños y jóvenes que participaron en el taller Retos de Ingeniería, actividad vivencial que se llevó a cabo en diversas ferias de ciencias durante el 2017. El material permite a los alumnos de cualquier nivel educativo incursionar en los conceptos básicos de ingeniería y la ciencia, utilizándolos para encontrar diferentes formas de solucionar un mismo problema con una cantidad limitada de elementos. De esta manera, se fomenta el pensamiento crítico, trabajo en equipo y creatividad; habilidades necesarias para cumplir con los desafíos que representa la revolución industrial 4.0. La experiencia de los alumnos participantes fue altamente positiva, ya que encontraron interesante el uso de los elementos y las condiciones para cumplir con cada uno de los retos valiéndose del trabajo colaborativo y participativo, aprovechando su creatividad e inclusive habilidades artísticas para generar soluciones innovadoras.

Palabras clave

Educación STEM+A, enseñanza de ingeniería, feria de ciencias, material didáctico, Revolución Industrial 4.0.

Engineering challenges: a STEM+A educational approach in the 4.0 industrial revolution

Abstract

The use of didactic material, focused on the STEM+A concept, is described, based on the experience of children and youth who participated in the workshop, "Engineering Challenges," an activity that took place at various science fairs in 2017. The material permits students at any educational level to apprehend the basic concepts of engineering and science using them to find different ways to solve a single problem with a limited amount of elements. This method promotes critical thinking, teamwork and creativity; necessary skills to meet the challenges represented by the 4.0 industrial revolution. The experience of the participating students was extremely positive because it was interesting for them to use elements and conditions to successfully meet each of the challenges through collaborative and participative work, taking advantage of their creativity and even their artistic skills in order to create innovative solutions.

Keywords

4.0 industrial revolution, didactic materials, engineering education, science fairs, STEM+A education.

Recibido: 28/08/2018

Aceptado: 25/02/2019

Introducción

Hoy en día, el mundo se halla en constante cambio debido a los desafíos económicos, políticos, ambientales y sociales que se presentan. La ciencia y tecnología transitan la revolución industrial 4.0, en el que el desarrollo de ambas disciplinas busca satisfacer estos retos, y es ahí donde muchos países han encontrado una manera de mejorar las condiciones de vida de sus habitantes. La falta de formación profesional es una restricción clave para la innovación, ya que obstaculiza el crecimiento de la productividad y el desarrollo económico, en particular, de aquellos profesionistas y docentes capacitados en las disciplinas relacionadas con la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM, del inglés Science-Technology-Engineering-Mathematics; Kennedy y Odell, 2014), a las que se han sumado, en años recientes, las artes (+A, esto es, Arts en inglés), a través del enfoque STEM+A (Henriksen, 2014).

La educación es vital para el desarrollo de una persona en la sociedad, y, en consecuencia, es importante para que el país progrese estructural, social y económicamente (Barrera, López y Bedoya, 2014). México, en 2012, ocupó entre los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) el tercer lugar en producción de petróleo; el séptimo en el tamaño del producto interno bruto (PIB); y el número 34 en los resultados de la prueba PISA en comprensión de lectura y matemáticas (Mejía, 2013). En este sentido, el rendimiento de los estudiantes no ha variado en los últimos años; se continúa con un desempeño por debajo del promedio OCDE en ciencias, lectura y matemáticas (OCDE, 2016), lo que demuestra que es imprescindible identificar posibilidades y plantear alternativas metodológicas que, desde la concepción misma del aprendizaje, reconfiguren sus ecologías y escenarios (Ladino, Bejarano, Santana, Martínez y Cabrera, 2018).

Con el advenimiento de las nuevas tecnologías, la sensación de mutación y cambio tecnológico se ha hecho más palpable y con ello la importancia de la ingeniería en las decisiones de la sociedad. Las nuevas tecnologías están en la base de una economía global o “economía informacional”, caracterizada porque la productividad y la competitividad se basan de forma creciente en la generación de nuevos conocimientos y en el acceso a la información adecuada, bajo nuevas formas organizativas que atienden una demanda mundial cambiante y unos valores culturales versátiles (Osorio, 2004).

Para satisfacer estas necesidades, STEM+A enfatiza un enfoque educativo interdisciplinario donde los conceptos académicamente rigurosos se acoplan a lo real. Es decir, se ponen en práctica la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas en contextos relacionados con la escuela, la sociedad, el deporte o el tra-

bajo, entre otros (Lupiáñez y Ruiz-Hidalgo, 2016). La educación STEM+A atiende lo siguiente: a) busca responder a los desafíos económicos globales que muchas naciones enfrentan, (b) reconoce la demanda de alfabetización STEM+A para resolver problemas tecnológicos y ambientales globales, y (c) se enfoca en el conocimiento necesario para desarrollar habilidades de la fuerza de trabajo requeridas en el siglo XXI (Bybee, 2013).

La enseñanza basada en las artes conduce a un aprendizaje disciplinario más motivado, comprometido y efectivo en las áreas STEM+A (Henriksen, 2014). Por lo que STEM+A es una educación donde la ciencia, la tecnología, la ingeniería y la matemática incluyen otras áreas, además de los estándares propios; además, es una educación integradora que integra deliberadamente las materias reales y los asuntos de enseñanza (Park, 2012). Asimismo, permite una aproximación al proceso de enseñanza-aprendizaje, desde un planteamiento activo impulsado por un juego experimental, que promueve la ruptura de barreras entre disciplinas e implica múltiples posibilidades en la encrucijada del arte, la ciencia y la tecnología (Cilleruelo y Zubiaga, 2014).

Ahora bien, la ingeniería trata de un campo de conocimiento profesional, entendido como una práctica orientada a hacer uso de la tecnología en beneficio de la humanidad (Osorio, 2004). Por lo que la necesidad de formar profesionales de la ingeniería opera en contextos de nuevas tecnologías, complejas y abundantes; de impacto creciente de la informática en todos los campos; de nuevas formas de organización de la administración gerencial; de avance de la interdisciplinariedad, como método de enfoque de la resolución de problemas, en muchos casos, en forma de anticipación a la solución de problemas que aún no tiene cabida en el mercado; y de valoración de la creatividad y la innovación por sobre los modos rutinarios de acción profesional (Gorgone et al., 2010). Si formamos ingenieros con mayor sensibilidad y mejor preparados acerca de su papel en la sociedad, conscientes de que su actividad no se circunscribe a la esfera técnica, sino que transita de la técnica a lo social, frente a lo cual debe aprender a tomar decisiones que afectan a los colectivos humanos, así como al medio ambiente, con seguridad podremos contribuir a que la tecnología sea realmente un bien público. La educación puede coadyuvar a formar ingenieros en la búsqueda y desarrollo de sistemas tecnológicos más participativos, que incorporen los intereses y requerimientos de las personas, incluyendo a las más desfavorecidas, así como a la naturaleza en un sentido responsable (Osorio, 2004).

El aprendizaje, basado en problemas reales de la sociedad, y el aprendizaje, que se deriva de la participación de proyectos para la solución de esos problemas, constituyen una forma efectiva para aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a vivir juntos y aprender a ser (Rascón et al., 2006) y deben formar parte

del cotidiano de las clases de ciencias e ingeniería. En contraste con la enseñanza tradicional, que se conduce en gran medida a partir de exposiciones y posteriormente busca su aplicación en la resolución de un problema; el aprendizaje ocurre frecuentemente en pequeños grupos de estudiantes que trabajan en colaboración en el estudio de un problema, abocándose a generar soluciones viables y asumiendo una mayor responsabilidad sobre su aprendizaje (Guevara, 2011).

Por estas razones, Retos de Ingeniería surge como propuesta de material de apoyo didáctico con un enfoque STEM+A, para alumnos de todos los niveles educativos, que les permita experimentar la creación de estructuras innovadoras mediante el uso de elementos específicos, al tiempo de que cumplen con ciertas restricciones determinadas por el instructor.

El material desarrollado por los alumnos del posgrado de Ciencias e Ingeniería del Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) se ha presentado como taller en diferentes foros, como la Feria STEM+A: Explora Ciencia Tecnología + Arte 2017 y la Semana Nacional de la Ciencia y Tecnología, ambas en la ciudad de Mexicali, Baja California, México; así como en la Feria STEM+A, llevada a cabo en el poblado Los Algodones, Baja California, México, dirigido a alumnos de educación básica y media superior principalmente de la zona urbana y del Valle de Mexicali.

Los talleres le asignan un rol activo al participante, involucrándolo en los niveles físico, emocional y cognitivo, para recrear en su contexto diferentes elementos científico-tecnológicos (García y Sandoval, 2014).

Retos de Ingeniería tiene el objetivo de fomentar el interés y la curiosidad por las disciplinas STEM+A, utilizando elementos sencillos y coloridos, con instrucciones que estimulan la competencia sana en un ambiente divertido.

Este artículo describe los elementos utilizados para el desarrollo de la actividad, al igual que la metodología utilizada en cada uno de los retos. Además, se presentan los resultados obtenidos dentro de los foros antes mencionados, donde se explica la experiencia de los niños y jóvenes que realizaron la actividad. A manera de conclusión, se sugieren acciones que ayudan a modificar y adaptar el material según el grupo o nivel educativo al que se presente.

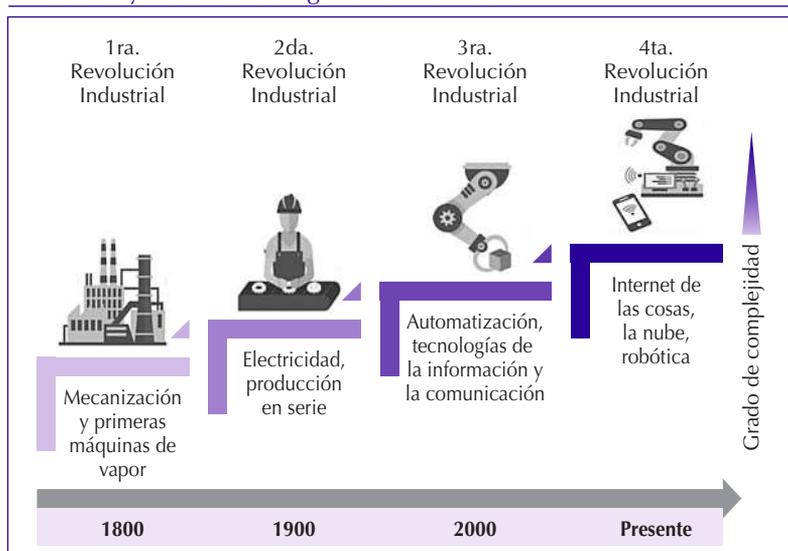
Marco teórico

Las revoluciones industriales –representadas cronológicamente en la Figura 1– han marcado en gran medida la evolución y transformación de la humanidad, llevando al hombre a adaptarse a diversos cambios (Salas, 2016). En la primera Revolución Indus-

trial, entre los siglos XVIII y XIX, se mecanizaron los procesos de producción, transformando la economía agraria y artesanal en otra liderada por la industria (Del Val, 2016). La segunda Revolución Industrial (1870) implantó las líneas de producción en la planta, con reducción en los tiempos de los procesos y se organizó la producción masiva de lotes de productos con características idénticas. También se introduce la generación de la electricidad y se producen los motores eléctricos como unidades de potencia en los sistemas de manufactura (Carvajal, 2017). La tercera Revolución Industrial se basó en las tecnologías de la información y comunicación, así como en las innovaciones que permiten el desarrollo de energías renovables. Nunca antes se había logrado el nivel de interactividad o intercomunicación que beneficiara en diferentes estratos a nuestra sociedad, educación e industria (Swain, 2017). La cuarta Revolución Industrial está creando un enfoque centrado en ecosistemas digitales, es decir, está generando modelos de negocios innovadores basados en la interconexión de millones de consumidores, máquinas, productos y servicios (Escudero, 2018), por ende, está caracterizada por el Internet de las cosas, robótica, nanotecnología e inteligencia artificial.

Los retos de la cuarta Revolución Industrial afectan a todos los aspectos de la vida, pero, en especial, en lo relativo al empleo y a la construcción social que se hace sobre él (Pernías, 2017). La Industria 4.0 también se identifica como un término integrador de las tecnologías en la cadena de valor a los Sistemas Ciber Físicos

Figura 1. Revoluciones Industriales. Adaptado de Conferencia de Directores y Decanos de Ingeniería Informática.



<http://coddii.org/wp-content/uploads/2016/10/Informe-CODDII-Industria-4.0.pdf>

(CPS, Cyber Physical Systems), el Internet de las Cosas (IoT, Internet of Things) y el Internet de los servicios (Carvajal, 2017).

Según el informe *The Future of Jobs: Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution* del Foro Económico Mundial (Pernías, 2017), las habilidades, que los nuevos empleos van a exigir, están en constante cambio. Además de las habilidades específicas de cada sector o categoría profesional, existe un cuerpo de habilidades genéricas o transversales que no dependen exclusivamente de un sector o cuerpo de conocimiento, sino que deben ser desarrolladas en todos ellos. La Figura 2 muestra de manera comparativa las habilidades solicitadas en 2015 con respecto a las que se solicitarán en 2020. Destacan la aparición de la inteligencia emocional y la flexibilidad cognitiva, así como dar prioridad a la resolución de problemas complejos, pensamiento crítico y creatividad, las cuales deben vincularse con las profesiones de las áreas STEM+A.

El concepto STEM+A reúne los componentes críticos de cómo y qué, y los ata con el porqué. Se concibe STEM+A como una enseñanza a través de centros de redes integrados, donde la información es comisariada, compartida, explorada y moldeada en nuevas formas de ver y ser, a través de la toma de riesgos colaborativos y la creatividad. De lo anterior se deduce que los estudiantes están utilizando las habilidades y los procesos aprendidos en

Figura 2. Comparación de habilidades deseables de candidatos a los empleos

Top 10 habilidades 2015	Top 10 habilidades 2020
1. Resolución de problemas complejos	1. Resolución de problemas complejos
2. Coordinación con otros	2. Pensamiento crítico
3. Manejo de personal	3. Creatividad
4. Pensamiento crítico	4. Manejo de personal
5. Negociación	5. Coordinación con otros
6. Control de calidad	6. Inteligencia emocional
7. Orientación al servicio	7. Juicio y toma de decisiones
8. Juicio y toma de decisiones	8. Orientación al servicio
9. Escucha activa	9. Negociación
10. Creatividad	10. Flexibilidad cognitiva

Adaptado del Foro Económico Mundial: <https://www.weforum.org/>

la ciencia, la tecnología, la ingeniería, las matemáticas y las artes para pensar profundamente, hacer preguntas *no-googleables* y resolver problemas (Riley, 2013).

Se sugiere que los estudiantes educados en el enfoque STEM+A, deben contar con los siguientes atributos:

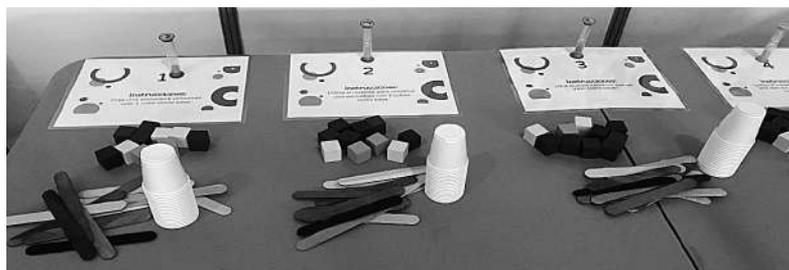
- a. **Solucionadores de problemas:** capaces de enmarcarlos como rompecabezas y luego poder aplicar la comprensión y el aprendizaje a estas situaciones novedosas (argumento y evidencia);
- b. **Innovadores:** “poder para buscar una investigación independiente y original” utilizando los procesos de diseño;
- c. **Inventores:** reconocen las necesidades del mundo y creativamente idean e implementan soluciones;
- d. **Autosuficiente:** capaz de establecer sus propias agendas, desarrollar y ganar confianza en sí mismo y trabajar dentro de plazos de tiempo específicos;
- e. **Pensadores lógicos:** capaz de hacer los tipos de conexiones para afectar la comprensión de los fenómenos naturales;
- f. **Alfabetización tecnológica:** comprensión de la naturaleza de la tecnología, dominar las habilidades necesarias y aplicarla de manera adecuada (Morrison, 2006). No obstante, existen problemas complejos que no pueden ser resueltos solo por la ciencia y la tecnología, pero se resuelven combinando las humanidades, la sociología y la ciencia (Kim, Ko, Hang y Hong, 2014).

Materiales y métodos

El material didáctico Retos de Ingeniería, aquí propuesto, se concibió para ser llevado a cabo de manera flexible dentro y fuera del aula, como taller o actividad de retroalimentación de los conceptos de ingeniería, como equilibrio, estabilidad, resistencia y propiedades de materiales; así como para fomentar habilidades de cooperación, comunicación, responsabilidad, compromiso y confianza. Todos ellos impulsados y motivados por la creatividad y la innovación para la resolución de problemas. Es aplicable tanto en educación básica, media superior y superior, ajustando la cantidad de material y los tiempos para su ejecución.

La actividad se puede realizar de manera individual o en equipos de máximo tres personas y consta de cinco retos. Cada uno de los retos cuenta con una restricción diferente para la construcción de estructuras y un tiempo determinado, que va desde los 30 segundos hasta los 5 minutos.

En la Figura 3, se muestra que los elementos utilizados para esta actividad son palitos o cubos de madera, vasos de plástico,

Figura 3. Elementos requeridos para la actividad: Retos de Ingeniería.

relojes de arena con diferentes tiempos, descripción de retos y mesa de trabajo.

La Tabla 1 muestra las características de cada uno de los elementos. También sugiere la cantidad de material necesario para desarrollar la actividad a manera de taller, y aunque esta puede variar, es indispensable que se cuente con los tres elementos principales (cubos de madera, palitos de madera y vasos de plástico), ya que sus diferencias en peso y longitud permiten la creación de las estructuras. Cabe resaltar que los elementos son de fácil acceso y bajo costo. La estructura armada debe sostenerse al menos 5 segundos después de concluido el tiempo acordado y deben utilizar todo el material dispuesto para el reto. Los estudiantes tienen la libertad de organizar la manera de trabajar en equipo, así como el tipo de estructura creada.

Implementación de la actividad: Retos de Ingeniería

El objetivo del estudio fue explorar y conocer las experiencias de los alumnos con el uso del material didáctico Retos de Ingeniería como estrategia de acercamiento a los conceptos básicos de ingeniería, de una manera atractiva y divertida.

Tabla 1. Descripción de elementos del material de apoyo didáctico: Retos de Ingeniería

Elemento	Cantidad requerida	Características
Palitos de madera	120	1.90 × 15.24 cm de diferentes colores (12 por reto)
Cubos de madera	100	2.54 cm distintos colores (10 por reto)
Vasos de plástico	150	88.7 ml (15 por reto)
Relojes de arena	10	8.38 × 2.48 cm cada uno (aproximadamente) con diferentes tiempos (1 por reto)
Hoja con instrucciones	5	Hoja tipo opalina tamaño carta (1 por reto)
Mesa de trabajo	2	Mesa plegable de 182.62 × 76.2 cm (1 por equipo)

Proyecto. Se realizó un estudio de naturaleza cualitativa y de corte exploratorio. Para Taylor y Bogdan (1986; en García et al., 2016), la metodología cualitativa se refiere, en su más amplio sentido, a la investigación que produce datos descriptivos, basados en las propias palabras de las personas, ya sea de forma hablada o escrita, y en la conducta observable. Por otro lado, Denzin y Lincoln (2005; en Barberá y Fuentes, 2012), mencionan que el fundamento de una investigación de tipo cualitativo es el estudio en el propio contexto natural y, a partir de ahí, inferir e interpretar las situaciones en función de los significados que proporcionan los propios sujetos.

Sujetos. Los sujetos del estudio fueron los alumnos de educación básica, media superior y superior de instituciones públicas y privadas de la ciudad de Mexicali, Baja California y su Valle.

Contexto. Los alumnos participaron en diversas ferias de ciencias realizadas en la ciudad de Mexicali y el poblado de Los Algodones, Baja California, en donde tuvieron la oportunidad de experimentar, a través de proyectos realizados por estudiantes universitarios, así como de exposiciones por parte de las empresas asociadas, un acercamiento a las aplicaciones que las disciplinas científicas e ingeniería generan en la localidad.

Antecedentes. El documento Visión STEM para México explica que la educación en áreas STEM propone el trabajo colaborativo y en equipo incluyente, brindando un entorno muy propicio para el desarrollo de las habilidades socioemocionales. Además, trabaja los campos de la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas de forma interdisciplinaria y transdisciplinaria, así como las habilidades asociadas a las disciplinas, en particular la indagación. Aplica el proceso de diseño de ingeniería (investigar, imaginar, planear, crear un prototipo, practicar y evaluar, mejorar e iterar y finalmente preguntar) y desarrolla habilidades de lenguaje y comunicación, impulsando a plantear soluciones con una comunicación rápida, ágil y eficaz (Alianza para la Promoción de STEM, 2019).

Hynes et al., (2012) señalan que el proceso de diseño de ingeniería no se basa en un pensamiento rígido, sino que provoca un pensamiento creativo y fuera de la caja. El propósito del aprendizaje de diseño de ingeniería es animar a los estudiantes a interactuar con la ingeniería en actividades prácticas, en la cual se identifica y define claramente la necesidad o problema, investigación, planificación y lluvia de ideas, pruebas, evaluación y la comunicación.

Descripción de la actividad didáctica. El instructor dispone el material en las mesas de trabajo, explica las reglas e instrucciones a seguir, organiza los equipos y debe llevar el control del tiempo, verificando que, al término del mismo, los estudiantes dejen de utilizar el material y revisar que las estructuras cumplan con los criterios establecidos en un principio.

La Tabla 2 lista cada uno de los retos propuestos para el uso del material didáctico y su relación con el proceso de diseño de

Tabla 2. Relación de retos con el proceso de diseño de ingeniería

Retos	Tiempo sugerido	Proceso de diseño de ingeniería
Reto 1: Crea una estructura utilizando solo un cubo como base	30 segundos a 1 minuto	<ul style="list-style-type: none"> • Imaginar • Identificar problema • Crear un prototipo
Reto 2: Utiliza el material para construir una estructura con 3 cubos como base	1 minuto	<ul style="list-style-type: none"> • Imaginar • Crear un prototipo • Practicar
Reto 3: ¿Qué puedes construir con un vaso como base?	2 minutos	<ul style="list-style-type: none"> • Imaginar • Crear un prototipo • Practicar • Evaluar
Reto 4: Utiliza el material para crear una estructura que simule una balanza	3 minutos	<ul style="list-style-type: none"> • Imaginar • Crear un prototipo • Practicar • Evaluar
Reto 5: Utiliza cualquier material como base y construye la estructura más alta posible y que se sostenga	5 minutos	<ul style="list-style-type: none"> • Imaginar • Crear un prototipo • Practicar • Evaluar • Mejorar

ingeniería. Los objetivos de cada uno de los retos se describen a continuación.

En el primer reto, el objetivo es que los estudiantes exploren empíricamente la forma, tamaño y peso, así como las propiedades de los elementos asignados, tales como la dureza, fragilidad y resistencia. De igual forma, el estudiante identifica el problema y las restricciones a través de la instrucción proporcionada por el instructor. La complejidad del reto va ligada a la restricción del tiempo que solo permite ejecutar una solución.

Para el segundo reto, el propósito es presentar una forma distinta de iniciar las estructuras, para que los alumnos ajusten su manera de organizarse y, al analizar las propiedades de los materiales, busquen crear una estructura con mayor estabilidad. El grado de dificultad recae en acomodar el resto del material sobre tres elementos del mismo tipo, por lo que el estudiante debe considerar la posición y separación que tendrán para poder crear una base sólida.

El tercer reto tiene como objetivo que los estudiantes descubran una tercera forma de iniciar las estructuras con el fin de probar, y al final del reto puedan evaluar la mejor opción para colocar la base en sus siguientes estructuras. Para este fin, los estudiantes deben practicar y retroalimentarse como equipo para decidirlo. La complejidad del reto está relacionada con colocar los elementos sobre una base muy ligera, como lo es el vaso de plástico.

El cuarto reto tiene como finalidad representar de forma creativa una balanza. Por lo que, para el nivel básico, el instructor debe explicar con ejemplos los elementos y funcionamiento de la misma. Al solicitarle que se utilice todo el material dispuesto, el estudiante debe imaginar y planear una manera distinta de representarlo. El grado de dificultad aumenta al tener que representar un objeto específico con una gran cantidad de material.

En el quinto y último reto, el propósito es que los estudiantes tengan la oportunidad de utilizar toda la experiencia previa para crear la estructura más alta posible. Pueden realizar pruebas con el fin de encontrar el mejor elemento como base, así como la cantidad de piezas necesarias para que la estructura tenga la suficiente resistencia para soportar el resto del material. La complejidad en el reto está ligada a mantener en pie una estructura de forma vertical. El proceso de evaluación y mejora se realiza de forma iterativa, ya que el tiempo asignado les permite caminar por todos los pasos del proceso de diseño de ingeniería sin orden en particular.

El instructor lleva una bitácora donde registra las observaciones de la actividad, para así poder determinar si los tiempos y la cantidad de material resultaron adecuados. De igual manera, se anota la retroalimentación de los estudiantes acerca de la experiencia y los conceptos trabajados.

Resultados y discusión

Retos de Ingeniería se presentó como taller en la primera Feria STEM+A: Explora Ciencia Tecnología + Arte 2017, realizada en Mexicali, Baja California en octubre de 2017. Fue organizada con el objetivo de incentivar el interés por el estudio de las ciencias, tecnología, ingeniería, matemáticas y las artes. Acudieron alrededor de 700 alumnos de educación básica, media superior y superior de instituciones tanto públicas como privadas, de la zona urbana y el Valle de Mexicali, como se ilustra en la Figura 4.

Como se ilustra en la Figura 5, los alumnos asistentes mostraron gran interés por la actividad. Crearon estructuras diversas e innovadoras utilizando su imaginación, creatividad, sensibilidad, organización, lógica y diseño. Trabajaron bajo las instrucciones señaladas y el tiempo permitido. Se sintieron estimulados por la competencia generada entre los equipos y buscaron realizar la actividad más de una ocasión.

Es importante señalar que, durante cada uno de los retos, los alumnos tuvieron la oportunidad de descubrir los elementos y su manejo, para encontrar mejores formas de crear estructuras más altas sin que perdieran el equilibrio. Así, en cada reto se apreciaba una evolución en las estructuras. También, se observó cómo los estudiantes tomaron conciencia del manejo de su cuerpo

Figura 4. Feria Explora Ciencia Tecnología + Arte 2017. Mexicali, B.C.**Figura 5.** Feria Explora Ciencia y Tecnología + Arte 2017. Mexicali, B.C.

y sus movimientos, para evitar derribar las estructuras al momento de colocar más elementos.

Gracias al interés de diferentes organizaciones, el taller Retos de Ingeniería fue invitado a participar en la Semana Nacional de la Ciencia y Tecnología 2017, realizada en Museo Sol del Niño, en Mexicali, Baja California; foro que año con año invita a niños y jóvenes a conocer las múltiples posibilidades que ofrecen las áreas de la ciencia en los campos de la actividad productiva, la investigación científica y la docencia. En esta actividad participaron proyectos realizados por alumnos de educación media

superior, superior y posgrado, y acudieron niños y jóvenes de primaria y secundaria. En esta presentación, se trabajó con niños y jóvenes con capacidades diferentes, como lo es el trastorno del espectro autista (TEA). Se puede apreciar en la Figura 6 que los estudiantes se mostraron entusiastas al realizar cada uno de los retos, utilizando su imaginación para la creación de estructuras y trabajando bajo las indicaciones expuestas. Tuvieron una experiencia vivencial, en la cual expresaron su entendimiento acerca de los elementos proporcionados, el manejo del tiempo y el espacio, el respeto por el trabajo individual y el de sus compañeros, así como la comunicación entre ellos. Para los niños y jóvenes con TEA, el colorido de los elementos y el apoyo visual, en donde pudieron apreciar las instrucciones de cada uno de los retos, favoreció el interés por participar de la actividad, al igual que su desarrollo.

El tercer foro en el que ha sido presentado el taller Retos de Ingeniería fue la Feria STEM+A, llevada a cabo en el poblado de Los Algodones, Baja California, en donde se mostraron diferentes proyectos creados por los alumnos de la Facultad de Pedagogía e Innovación Educativa, la Facultad de Ingeniería y el Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California. Se contó con la asistencia de jóvenes de secundaria. La experiencia de los alumnos participantes de la actividad fue positiva, participativa, colaborativa y entusiasta. Demostraron sus habilidades al crear diferentes tipos de estructuras utilizando su creatividad, como se muestra en la Figura 7. A través de cada uno de los retos, analizaban y encontraban el material que funcionara mejor para que las siguientes estructuras contaran con mayor precisión y originalidad. En el trabajo en equipo, los alumnos se mostraron

Figura 6. Semana Nacional de Ciencia y Tecnología 2017. Mexicali, B.C.



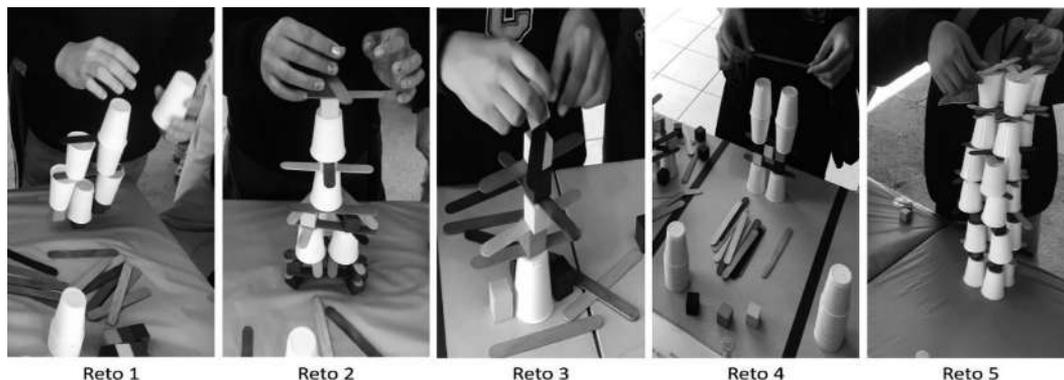
Figura 7. Feria STEM+A 2017. Los Algodones, Baja California



organizados, buscando que cada uno de los elementos del grupo aportara sus habilidades; adicionalmente el carácter competitivo vuelve más atractiva la actividad, ya que propicia un pensamiento de mejora continua.

En la Figura 8 se presenta cada uno de los retos cumplidos de izquierda a derecha. En el primer reto, se puede apreciar que la estructura es de menor tamaño, así como la cantidad de material utilizado. El tiempo asignado es poco, por lo que permite que se familiaricen con las instrucciones y perciban las propiedades de los materiales en la estructura. En el segundo reto, la cantidad de material utilizado es mayor, y las estructuras realizadas han incrementado en dificultad y precisión. Igualmente, se empiezan a incluir los diseños que son explicados por ellos mismos. El tercer reto, manifiesta un uso del material mucho más eficiente, los estudiantes son más cuidadosos del orden en la colocación de los elementos. En el cuarto reto, algunos estudiantes tienen dificultad para identificar el concepto de balanza; una vez explicado, buscan utilizar los elementos que les proporcionan más estabilidad a las estructuras. El tiempo asignado al último reto permite a los estudiantes realizar diferentes pruebas para encontrar los puntos de apoyo más adecuados, la manera más eficiente de utilizar el material y poder generar así la estructura más alta. Se pudo observar que un determinado grupo de estudiantes colocó cubos de madera dentro de los vasos de plástico para darle estabilidad.

Entre los estudiantes de educación básica y educación media superior, se rescata que los primeros tienen menos conciencia del tiempo y realizan pacientemente cada una de las actividades; son cuidadosos en la colocación de los elementos y les inquieta más destruir sus creaciones. Por un lado, el estudiante de educación

Figura 8. Retos cumplidos presentados en los diferentes foros

media superior se preocupa por terminar en el tiempo señalado, no controla sus movimientos y derriba las estructuras con mucha más facilidad; por otro, los estudiantes de educación media superior se organizan de manera más rápida, y en su lenguaje se aprecia el uso de los conceptos de ingeniería expuestos en el taller.

Con base en los resultados obtenidos, se considera que los siguientes pasos para Retos de Ingeniería se centrarán en continuar con la presentación del material didáctico en diferentes foros y ferias, para promover ambientes y situaciones de enseñanza-aprendizajes que involucren el diseño, la curiosidad científica e ingenieril, así como la innovación, creatividad y la sana competencia.

Conclusiones y recomendaciones

La velocidad de los cambios en las sociedades y sus necesidades impulsan a transformar a todos los involucrados (gobiernos, instituciones, docentes, investigadores e ingenieros), provocando que tanto la ciencia como la tecnología generen soluciones que satisfagan dichas necesidades.

Hoy más que nunca se requiere de jóvenes preparados con habilidades, actitudes y competencias necesarias para que sean aplicadas en todos los ambientes: industriales, comerciales o de servicio. La educación STEM+A busca conectar aquellos conceptos “duros” de la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas con problemas reales. Es decir, que el proceso de enseñanza-aprendizaje sea activo y colaborativo entre las disciplinas, utilizando la creatividad para generar soluciones prácticas para que, desde edades tempranas, la curiosidad científica y de ingeniería se promuevan y permanezcan en ellos de manera natural.

Cada persona posee un modo particular de captar la información basado en su manera de pensar, analizar, reflexionar, ex-

perimentar y actuar sobre lo que percibe a su alrededor, lo que implica que en el proceso de enseñanza-aprendizaje se produzcan diferentes alternativas de ambientes y situaciones de aprendizaje que impacten de manera significativa a los alumnos.

Por lo anterior, Retos de Ingeniería es un material de apoyo didáctico que cumple con el objetivo de llevar a la práctica conceptos básicos de ingeniería, como estabilidad y equilibrio, así como interactuar con diferentes propiedades de los materiales, como la fragilidad, dureza y resistencia, a través de la creación de soluciones basadas en el proceso de diseño de ingeniería.

La actividad didáctica puede ser utilizada por los profesores de cualquier disciplina y de cualquier nivel educativo, ya que es posible adaptar el material y ajustar las reglas, instrucciones y el nivel de complejidad de acuerdo con el grupo con que se trabaje. Encontrarán una manera en que los alumnos manifiesten su forma de pensar, crear y desarrollar ideas, además de su capacidad para colaborar dentro de un equipo; habilidades que propone la educación STEM+A y con ello ejercer un papel importante para obtener los resultados deseados.

El instructor actúa como un facilitador en el proceso, promoviendo la innovación, la investigación y la resolución de problemas. Se sugiere la realización de una actividad de cierre, por ejemplo, debates, cuestionario, lluvia de ideas, en la cual los estudiantes expresen de manera libre sus emociones y lo que aprendieron al realizar sus estructuras; incluso que se sugieran otros retos que ellos imaginen para futuras actividades.

Durante el desarrollo de la actividad con los alumnos en los diferentes foros en donde se expuso, se observó que los niños y jóvenes hallan interesante el desarrollo de actividades que involucren el uso de las manos para la creación y diseño –en este caso de estructuras–, así como la libertad de decidir cómo trabajar dentro de un equipo. Exploraron los diferentes elementos proporcionados y tomaron conciencia del trabajo, bajo limitantes tanto de tiempo como de espacio, lo que motivó en gran forma el uso de la creatividad.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo recibido de CONACYT por la beca núm. 630744 y el soporte para realizar el presente trabajo de investigación. Adicionalmente, se agradece a la Universidad Autónoma de Baja California por el apoyo brindado y la infraestructura utilizada.

Se declara que no existe conflicto de intereses respecto a la presente publicación.

Referencias

- Alianza para la Promoción de STEM. (2019). *Visión STEM para México*. Recuperado de <https://movimientostem.org/investigacion/>
- Barberá Cebolla, J., y Fuentes Agustí, M. (2012). Estudios de caso sobre las percepciones de los estudiantes en la inclusión de las TIC en un centro de educación secundaria. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 16(3), 285-305.
- Barrera M. P., López, M., y Bedoya, M. (2014). El aprendizaje significativo y la apropiación social de la ciencia y la tecnología. *Integralidad educativa*. Recuperado de https://aprendizaje-significativo7.webnode.es/_files/200000040-694086a38d/EL%20APRENDIZAJE%20SIGNIFICATIVO%20INTEGRALIDAD%20EDUCATIVA.pdf
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. Arlington, EE UU: National Science Teachers Association.
- Carvajal J. (julio, 2017). *La cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0 y su impacto en la educación superior en ingeniería en Latinoamérica y el Caribe*. (Ponencia). 15th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: Global Partnerships for Development and Engineering Education. Boca Ratón, EE UU.
- Cilleruelo, L., y Zubiaga, A. (2014). Una aproximación a la Educación STEAM. Prácticas educativas en la encrucijada arte, ciencia y tecnología. XXI *Jornadas de Psicodidáctica*. Bilbao, España. Noviembre 11 al 13 de 2014. Recuperado de <https://www.augustozubiaga.com/web/wp-content/uploads/2014/11/STEM-TO-STEAM.pdf>
- Del Val, J. (2016). *Industria 4.0: la transformación digital de la industria*. (Ponencia). Conferencia de Directores y Decanos de Ingeniería Informática. Recuperado de <http://coddii.org/wp-content/uploads/2016/10/Informe-CODDII-Industria-4.0.pdf>
- Escudero, A. (2018). Redefinición del “aprendizaje en red” en la cuarta Revolución Industrial. *Apertura*, 10(1), 149-163. doi: 10.18381/Ap.v10n1.1140
- García B., Ponce S., García M., Caso J., Morales C., Martínez Y., ... y Aceves, Y. (2016). Las competencias del tutor universitario: una aproximación a su definición desde la perspectiva teórica y de la experiencia de sus actores. *Perfiles Educativos*, xxxviii(151), 104-122.
- García M., y Sandoval, M. (2014). La ciencia en nuestras manos. Una perspectiva de los talleres de divulgación sin el color de rosa. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(2), 273-274. Recuperado de <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2882>
- Gorgone, H., Gall, D., Acedo, F., Guillen, G., Diab, J., y Voda, D. (2010). *Nuevo enfoque en la enseñanza de la ingeniería. Futuro y relación con el desarrollo sustentable*. (Ponencia). X Coloquio Internacional sobre Gestión Universitaria en América del Sur: Balance y prospectiva de la Educación Superior en el marco de los bicentenarios de América del Sur. Mar del Plata, Argentina.
- Gravini, M., Cabrera, E., Ávila, V., y Vargas, I. (2009). Estrategias de enseñanza en docentes y estilos de aprendizaje en estudiantes del programa de psicología de la Universidad Simón Bolívar, Barranquilla. *Journal of Learning Style*, 2(3). Recuperado de <http://learningstyles.uvu.edu/index.php/jls/article/view/161>
- Guevara, G. (2011). Aprendizaje basado en problemas como técnica didáctica para la enseñanza del tema de la recursividad. *InterSedes*, 11(20). <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/intersedes/article/view/1019>
- Henriksen, D. (2014). Full STEAM Ahead: Creativity in Excellent STEM Teaching Practices. *The STEAM Journal*, 1(2). doi: 10.5642/steam.20140102.15
- Hynes, M., Portsmore, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D., y Carberry, A. (2011). Infusing engineering design into High School STEM courses. *Publications*. Paper 165. Recuperado de https://digitalcommons.usu.edu/ncete_publications/165/

- Kennedy, T. J., y Odell, M. R. L. (2014). Engaging students in STEM education. *Science Education International*, 25(3), 246-258. Recuperado de <http://www.icasonline.net/sei/september2014/p1.pdf>
- Kim, D., Ko, D., Han, M., y Hong, S. (2014). The effects of science lessons applying STEAM education program on the creativity and interest levels of elementary students. *Journal of the Korean Association for Science Education*. Recuperado de http://www.koreascience.or.kr/article/ArticleFullRecord.jsp?cn=GHGOBX_2014_v34n1_43
- Ladino, D., Bejarano, B., Santana, L., Martínez, O., y Cabrera, D. (2018). Diseño de aprendizaje a partir de las posibilidades de las ecologías de aprendizaje en educación superior. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 53, 35-52.
- Laranjeiras, C., Portela, S., y Ribeiro, L. (2018). Enseñanza y divulgación de la ciencia en la integración universidad-escuela: una experiencia en Brasil. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(2). doi:10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i2.2201
- Lupiáñez, J., y Ruiz-Hidalgo, F. (2016). Diseño de tareas para el desarrollo de la competencia STEM: los problemas de modelización matemática. Recuperado de <http://www.educacontic.es/imprimir-post/6829>
- Mejía, F. (2013). Resultados del sistema educativo mexicano en su contexto. ¿Coartada estructural o estructura que coarta?. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, XLIII(4), 55-65. Recuperado de <http://www.redalyc.org/html/270/27029787006/>
- Morrison, J. (2006). Attributes of STEM education. The student, the academy, the classroom. Recuperado de https://www.partnersforpubliced.org/uploadedFiles/TeachingandLearning/Career_and_Technical_Education/Attributes%20of%20STEM%20Education%20with%20Cover%20%20.pdf
- Osorio, C. (2004). Los efectos de la ingeniería en el aspecto humano. Conferencia presentada en la XXIX Convención Panamericana de Ingeniería, UPAI, 2004. Ciudad de México, septiembre 22 al 25 de 2004. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Recuperado de <https://www.oei.es/historico/salactsi/osorio7.htm>
- Park, N., y Ko, Y. (2012) Computer education's teaching-learning methods using educational programming language based on STEAM education. En J. J. Park, A. Zomaya, S. S. Yeo, y S. Sahni (Eds.), *Network and Parallel Computing. Lecture Notes in Computer Science*. Berlín, Alemania: Springer. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-642-35606-3_38
- Pernías, P. (2017). Nuevos empleos, nuevas habilidades: ¿estamos preparando el talento para la Cuarta Revolución Industrial? *ICE, Revista de Economía*, 1(898). doi. [org/10.32796/ice.2017.898.1961](https://doi.org/10.32796/ice.2017.898.1961)
- Rascón, O., Morán, C., Vega, J., Estrada, L., Vergara, I., y Mayo, A. (2007). La educación en ingeniería en México y el mundo. Recuperado de http://www.ai.org.mx/sites/default/files/02.educacion-en-ingenieria-en-mexico-y-el-mundo_0.pdf
- Riley, S. (2013). Pivot point: At the crossroads of STEM, STEAM and arts integration. *Edu-topia*. Recuperado de <https://www.edutopia.org/blog/pivot-point-stem-steam-arts-integration-susan-riley>
- Salas, D. (2016). Revolución 4.0. *RIINN: Revista Ingeniería e Innovación*, 4(2). Recuperado de <http://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/rii/article/view/1174/1452>
- Swain, R. (2017). *Modelo educativo para la Industria 4.0*. México: Academia de Ingeniería.

Percepciones de docentes universitarios en el uso de plataformas tecnológicas gamificadas. Experiencias en un taller de formación

Sonia Esther González-Moreno
Jorge Abelardo Cortés-Montalvo
Universidad Autónoma de Chihuahua
Nohemí Lugo-Rodríguez
Tecnológico de Monterrey, Querétaro

Resumen

Utilizada en el contexto educativo, la gamificación coordina diferentes componentes lúdicos para encauzar o producir experiencias de aprendizaje. Consecuentemente, se la considera una herramienta capaz de sufragar ciertas necesidades latentes del sistema educativo, ya que permite el desarrollo de competencias digitales y la resolución de las actuales demandas formativas y profesionales. Este artículo explora los conocimientos y percepciones que los moderadores del aprendizaje en el ámbito universitario –no expertos en gamificación– tienen acerca del tema. Específicamente, se investiga si la concepción lúdica, interactiva y pedagógica –disponible en la plataforma tecnológica gamificada Aprendiz– facilita la mediación y uso de la gamificación en la práctica educativa. La exploración se realizó con doce personas, durante un taller de formación en el Tecnológico de Monterrey (TEC), en Querétaro. Aquí se discurre un análisis cualitativo de las experiencias, así como las introspecciones emanadas de la observación participativa de los investigadores.

Palabras clave

Ambientes virtuales de aprendizaje, *B-learning*, competencias docentes, educación digital, innovación educativa.

Perceptions of university professors of the use of gamified technological platforms. Experiences in a training workshop

Abstract

In the educational context, gamification coordinates different ludic components to stimulate or produce learning experiences. Consequently, it is considered a tool capable of satisfying certain latent needs of the educational system, since it allows for the development of digital competencies and the solution of current educational and professional demands. This article explores the knowledge and perceptions held by university professors, who are not experts in gamification, on the topic. Specifically we analyze if the ludic, interactive and pedagogic conception—available in the gamified technological platform, Apprentice, facilitates the mediation and use of gamification in the educational practice. The analysis was carried out with twelve people, during a training workshop held at the Tecnológico

Keywords

B-learning, digital education, educational innovation, professor competencies, virtual learning environments.

Recibido: 28/09/2018

Aceptado: 28/01/2019

de Monterrey (TEC), in Queretaro. The paper presents a qualitative analysis of the experiences, as well as the reflection given by the participative observation of the researchers.

Introducción

En México, como en otros países latinoamericanos, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) se muestran como una alternativa muy atractiva en el sistema educativo universitario, ya que –utilizadas apropiadamente– pudieran resolver algunas de las exigencias que la sociedad informacional y la cultura digital presentan (Palma-Ruiz, González-Moreno y Cortés-Montalvo, 2019). La oficina en México de la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI) opina que indudablemente las TIC serán incorporadas a la educación superior en los próximos años, por lo que se debe analizar cómo pueden utilizarse y adaptarse de manera que mejoren la enseñanza y el aprendizaje (OECD, 2017).

En este sentido, resulta particularmente importante señalar la gamificación como una de estas nuevas iniciativas pedagógicas que permite el desarrollo de competencias en los estudiantes (Martínez Navarro, 2017) que aporten a la resolución de las demandas actuales formativas y profesionales, y que, a su vez, satisfagan las necesidades de una nueva generación de estudiantes inmersos en el uso de las tecnologías para el aprendizaje y el conocimiento (TAC).

En términos generales, la definición más utilizada del término *gamification* es la propuesta por Deterding, Dixon, Khaled y Nacke (2011), quienes indican que es “el uso de elementos de juego y técnicas de diseño de juegos utilizadas en un contexto no lúdico”. Sin embargo, no existe un acuerdo acerca de una definición estándar ni un entendimiento estipulado sobre las bases teóricas o los elementos que este concepto vislumbra (Seaborn y Fels, 2015). Utilizada específicamente en la educación, la gamificación organiza esos componentes para “guiar, recompensar y motivar el aprendizaje de los estudiantes” (Torres-Toukoumidis, 2016).

En este mismo orden de ideas, Cardoso Araújo (2017) opinó que desde hace muchos años se utiliza la gamificación en situaciones didácticas, pero que últimamente el concepto se ha extendido gracias a la aparición de los aparatos móviles de comunicación y la disponibilidad del Internet. Brigham (2015) añade a este punto que el alcance y la amplia disponibilidad tecnológica está llevando a los juegos a un nuevo nivel. La autora opinó que la facilidad para jugar en cualquier lugar está convirtiendo a este tipo de acciones en actividades habituales y ampliamente aceptadas en el vivir diario de las personas; por lo que ella especula que la mayoría de las personas tienen experiencias diarias de

juego o interacción con herramientas tecnológicas gamificadas. Por las consideraciones anteriores, no es de sorprender que se estén desarrollando plataformas tecnológicas gamificadas y aplicaciones para dispositivos móviles, cuyo objetivo sea captar la atención de los usuarios.

A su vez, el grupo de docentes y los colectivos encargados de administrar los procesos de enseñanza-aprendizaje tienen la necesidad de utilizar herramientas y medios de respuesta instantáneos, con el objetivo de mantener el interés, el involucramiento y la motivación del estudiantado hacia los contenidos de los cursos y la comunicación entre sus pares. En opinión de Small y Gigi (2009), los profesores deben desarrollar competencias técnicas y didácticas que les permitan utilizar las TIC con naturalidad. Es decir, el uso efectivo de las tecnologías por parte de los profesores dependerá de la familiaridad con las herramientas y su consecutiva confianza en utilizar las mismas dentro de su práctica docente (Almenara y Díaz, 2017). En este sentido, en México se considera al Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM o llanamente, el TEC), como una institución educativa que despunta en la internacionalización, innovación y *empleabilidad*, es decir, cuando los egresados obtienen empleo (QS, 2018); que fomenta la vanguardia educativa y promueve la actualización y preparación de sus profesores. A pesar de ser pocas las publicaciones científicas en las que investigadores mexicanos han divulgado sobre la gamificación, de este reducido número la mayoría proviene del TEC (González-Moreno y Cortés-Montalvo, 2018); lo que confirma una vez más el interés de la institución por innovar sus propuestas académicas.

Para reflexionar sobre la importancia de capacitar a los docentes en la conceptualización y uso de este tipo de herramientas, y también sobre el papel predominante que ha tenido este tecnológico en el tema de la gamificación educativa, durante el verano del 2018 se realizó un taller de formación docente en plataformas electrónicas gamificadas en el TEC, campus Querétaro. Específicamente, se compartieron conceptualizaciones del término y se planteó su aplicación a través de la plataforma Aprendiz. Así, este artículo se centra en explorar la percepción sobre la gamificación para moderadores del aprendizaje universitario que no son expertos en gamificación. Se considera que los moderadores de aprendizaje son los profesores y bibliotecarios, quienes, en diferentes roles, fomentan el aprendizaje en la universidad. Específicamente, se explora si la concepción lúdica, interactiva y pedagógica –ya disponible en la plataforma tecnológica gamificada Aprendiz– funciona para mediar, facilitar y fomentar el uso de la gamificación.

En los siguientes apartados de este artículo se relatan los componentes que construyen la experiencia a comunicar, partiendo de la postura de que en la investigación cualitativa se intenta

obtener una comprensión profunda de los significados e interpretaciones que las personas dan a una situación (Salgado Lévano, 2007). Por lo tanto, además de describir los procesos llevados a cabo durante el taller, la contribución de este artículo se centra en compartir las reflexiones que los profesores discurrieron durante el mismo.

En primer lugar y con el objetivo de ubicar al lector en los antecedentes de la plataforma Aprendiz, se comparte la propuesta pedagógica y lúdica que fundamentan su concepción. A continuación, se describen algunas de las características socio-demográficas de los participantes para poder contextualizar el medio en el que se desarrolló el taller y se continúa con una memoria descriptiva que detalla las actividades realizadas durante el taller. Más adelante, los investigadores comparten algunas de las reflexiones externadas por los participantes. Considerando que el análisis cualitativo es un proceso dinámico y creativo que se alimenta de la experiencia directa de los investigadores (Amezcuca y Gálvez Toro, 2002), el último paso consiste en analizar las ponderaciones de los participantes apoyándose en las observaciones realizadas por los investigadores. Todo esto con el objetivo de transmitir una apreciación del proceso vivido.

Experiencia de análisis

Antecedentes, fundamentación y propuesta pedagógica y lúdica de la plataforma tecnológica gamificada Aprendiz

Todo producto lúdico e interactivo ofrece un discurso a través de la interacción que propone (Lugo Rodríguez y Melón Jareda, 2016; Pérez Latorre, 2015). Por ello, es importante contextualizar el planteamiento pedagógico y lúdico de la plataforma Aprendiz.

Aprendiz fue creada por dos mexicanos: un programador experto en juegos y una académica universitaria especialista en comunicación y educación digital, quienes se interesaron en fortalecer las ventajas de la gamificación en una propuesta pedagógica y cultural consolidada. El diseño, prototipo y desarrollo de pruebas se realizó entre 2014 y 2017; periodo en el que se sondeó su funcionamiento en siete materias diferentes de nivel universitario, impartidas por cuatro profesores del TEC de Querétaro. Después, en 2017, se convirtió oficialmente en un sistema de gestión de aprendizaje (LMS, por sus siglas en inglés) gamificado con cuatro secciones para los alumnos: pruebas, misiones, muro del grupo y contenido (Lugo Rodríguez y Alcántara, 2017).

Los diseñadores de Aprendiz comentaron que fundamentaron el proyecto pedagógico en una bibliografía especializada en retroalimentación pedagógica, tecnología educativa, inteligencia colectiva, cultura digital, educación *transmedia* y sistemas res-

ponsivos –que, en este contexto, se refiere a que el diseño de una herramienta web se adapte al dispositivo en el cual se va a utilizar, ya sea computadora, iPad o teléfono celular–. Adicionalmente, realizaron diferentes grupos de enfoque y entrevistas con profesores que la estaban utilizando; visitaron salones de clases y aplicaron cuestionarios a alumnos. Gracias a la retroalimentación recibida, la plataforma se ha modificado y sigue transformándose. Ahora bien, Lugo Rodríguez y Alcántara han explicado que, en cuanto a los fines pedagógicos, la plataforma se ideó con los siguientes objetivos:

1. Fomentar la retroalimentación cualitativa del profesor al alumno, del alumno al profesor y entre pares, ya que la retroalimentación es el moderador más importante en el desempeño, según la síntesis de 87 meta-análisis (Hattie y Timperley, 2007).
2. Transformar el rol de la evaluación en un movimiento de retroalimentación, y convertirse en evaluación formativa más que solo sumativa.

Sobre la base de las consideraciones anteriores, se añade que el proyecto inicial de esta plataforma es promover tres estéticas de juego de las propuestas por los expertos en diseño de juegos Hunnicke, LeBlanc y Zubek (2004): reto, compañerismo y expresión personal.

Es evidente entonces, que la propuesta de Aprendiz requiere que, cuando el profesor programe las actividades gamificadas que utilizará en esa plataforma, despliegue los siguientes roles:

- a. Como moderador y participante de la conversación: avivar las conversaciones fomentando que los alumnos propongan preguntas y encuestas; dar pautas para una retroalimentación cualitativa entre pares de acuerdo con sus expectativas y en relación con el aprendizaje y tipo de curso, impulsar una comunicación fluida y respetuosa.
- b. Como creador de pruebas retadoras de opción múltiple: realizar sondeos de opción múltiple basadas no solo en comprensión, sino en comparación, pensamiento crítico y análisis.
- c. Como proyectista de misiones retadoras: impulsar proyectos, retos y problemas cuyas soluciones no sean simples ni fáciles de copiar. Considerando que el alumnado puede visualizar las respuestas de sus compañeros, los proyectos funcionarán mejor si el abanico de posibles soluciones fomenta la comprensión del tema estudiado.

Hechas las observaciones anteriores, se comenta que Nohemí Lugo Rodríguez, como creadora, docente e investigadora del TEC,

ha empleado esta plataforma tecnológica por varios años en sus asignaturas de nivel licenciatura. Además, ha promovido que el estudiantado produzca videos e infografías como una manera alternativa para la evaluación del aprendizaje y desarrollo académico. Fue así que, tomando la experiencia y disposición de Lugo Rodríguez, se decidió compartir sus conocimientos con otros educadores y bibliotecarios del TEC en Querétaro a través de un taller de formación docente.

Metodología

Este estudio se configuró como un proyecto de investigación exploratoria de tipo descriptivo acerca de los conocimientos y percepciones que los moderadores del aprendizaje en el ámbito universitario tenían acerca de la gamificación. Por lo tanto, se encauzó a descubrir los factores que promueven o dificultan la disposición a utilizar la gamificación en el ámbito universitario; especialmente cuando el proceso educativo es facilitado y mediado por una plataforma tecnológica gamificada. Consecuentemente, las preguntas del estudio fueron:

- ▶ Pregunta 1. ¿Cuál es el concepto de los participantes alrededor del término “gamificación”?
- ▶ Pregunta 2. ¿Qué percepciones tienen respecto al uso de gamificación en su práctica educativa?
- ▶ Pregunta 3. ¿Qué factores influyen en su disposición a adoptar la gamificación en su práctica pedagógica?
- ▶ Pregunta 4. ¿Qué factores pedagógicos, lúdicos e interactivos de la plataforma Aprendiz pueden facilitar o estorbar la adopción en el ámbito universitario?

Dado el tipo de preguntas de investigación, y siendo un primer estudio con moderadores de aprendizaje, se consideró que la metodología utilizada requería de la intervención activa de los participantes. No bastaría exponerles la plataforma sino que deberían utilizarla. Se pensó que, para comprender mejor su uso, debían fungir como alumnos de un curso en el que se utilizara la plataforma Aprendiz, y posteriormente evaluarla desde una visión de alumno y profesor. En este sentido, la metodología combinó las estrategias de la técnica de grupo de enfoque, pero tuvo un formato de taller.

Datos sociodemográficos de los participantes

Considerando que la apropiación de nuevas herramientas educativas digitales requiere que la comunidad docente aprenda, se

ejercite y reconozca las cualidades de las mismas, se decidió que la intención primordial del taller sería que el grupo de participantes se familiarizara con el uso y las funciones de la gamificación, en general, y de la plataforma de gamificación Aprendiziz, en específico. Con este propósito, se conformó una muestra conveniente (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado y Baptista Lucio, 2014) con doce profesores y bibliotecarios voluntarios que estuvieran en contacto con estudiantes universitarios en nivel licenciatura. El 75% de las participantes fueron mujeres (9) y el 25% restante (3) fueron hombres. En cuanto a su actividad laboral, nueve participantes eran maestros y tres eran bibliotecarios; todos laboraban en el TEC de Querétaro con contratos de tiempo completo y ninguno de ellos con conocimientos en el uso de la plataforma. Es importante mencionar que la participación de los bibliotecarios se considera relevante en este estudio, ya que ellos realizan diferentes actividades, tanto presenciales como en línea, para fomentar la lectura, el uso de la biblioteca o el conocimiento y uso de los recursos de la biblioteca digital entre estudiantes universitarios

Descripción de las actividades realizadas en el taller de formación docente

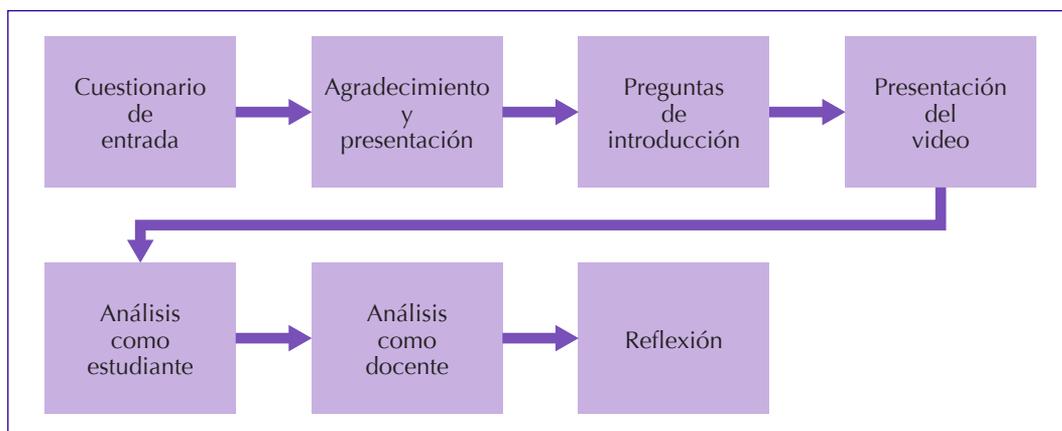
Una vez establecidas estas preguntas, se decidió que el taller se ofrecería en cuatro momentos diferentes, los cuales fueron decididos por los participantes de acuerdo con sus horarios laborales. Guibert Reyes y Prendes Labrada (2001) afirman que un curso de preparación docente es eficiente cuando el grupo de participantes es reducido y la duración del mismo oscila entre 60 y 150 minutos. Los investigadores explican que estas características permiten a quienes participan trabajar además con una mejor dinámica, facilitando la discusión y reflexión de los temas, mejorando la productividad del taller y el rendimiento intelectual. Tomando en cuentas estas recomendaciones, las personas que asistieron al taller docente en el TEC en Querétaro se concentraron en grupos cuyo número no superó los seis participantes y las sesiones tuvieron una duración promedio de dos horas. Todas las sesiones se llevaron a cabo durante el periodo escolar del verano 2018.

Las actividades realizadas durante este taller y sus respectivos objetivos se esquematizan en la Figura 1.

Cuestionario de entrada

Como primera actividad, los participantes contestaron un cuestionario relacionado con diversos temas de innovación educativa, integrado por 31 preguntas; entre ellas, se insertaron dos preguntas de gamificación, cuya respuesta se valuaba con base en una escala de Likert. A los efectos de este artículo, se han extraído

Figura 1. Actividades realizadas antes y durante el taller de formación docente para el uso de la plataforma electrónica gamificada Aprendiziz.



los datos correspondientes específicamente al ámbito de la gamificación, que se comentarán en la sección de hallazgos. Los resultados de las demás preguntas son parte de un estudio más amplio relacionado con la innovación educativa y se compartirán en artículos posteriores.

Continuando con la descripción del cuestionario, la portada del mismo mostraba una descripción en detalle de los objetivos del proyecto, el uso que se les daría a los hechos recabados y los datos de contacto de las personas encargadas del estudio. En ese manuscrito se solicitó además el consentimiento informado, para evitar conflictos de interés y afectación a la privacidad.

Agradecimiento y presentación

Además de agradecer al grupo de participantes por su tiempo, se mencionaron los objetivos del taller. Asimismo, se repitieron los datos de contacto de las personas encargadas del estudio, y se subrayó que el taller era parte de una amplia investigación y que tanto los testimonios como las observaciones serían utilizados en reportes y artículos de difusión. Por último, se solicitó el permiso de los participantes para grabar el audio de toda la sesión; el cual otorgó la totalidad del grupo.

Preguntas de introducción

Torres Tuero y Repilado Ramírez (2017) opinan que las preguntas de entrada son muy importantes en los procesos de aprendizaje, ya que se refieren a la organización y desarrollo del pensamiento de los estudiantes. Por esa razón, iniciar una sesión con preguntas abiertas y de reflexión generará un diálogo productivo y forjará un ambiente propicio para entablar relaciones. En este propósito, la finalidad de esta etapa del proyecto fue recabar in-

formación que contribuyera a contestar las dos primeras preguntas de la investigación. Dado que la entrevista se realizaría en grupo, se determinó que el procedimiento sería de tipo semiestructurado; así, los temas ejes fueron:

- a. ¿Cómo definen la gamificación?
- b. ¿Qué ventajas y desventajas consideran que pueda tener?
- c. ¿Cuáles son sus preocupaciones respecto al tema?
- d. ¿Han usado la gamificación?, ¿en qué?

En un apartado más adelante se comparten y analizan algunas de las respuestas expuestas por los participantes en este taller.

Presentación del video

El video contiene la explicación metodológica en la que Aprendiz se basa. Al ser una presentación corta de tres minutos, su función primordial fue dar un panorama de la propuesta de la plataforma con apoyos visuales. Consecuentemente, el tiempo del taller se enfocó más en el uso, la interacción con la plataforma y el diálogo.

Análisis de la plataforma como estudiantes o participantes de una asignatura

Foncubierta y Rodríguez (2014), citados por Guevara Vizcaíno (2018), indican que la tecnología es importante al momento de concebir actividades basadas en estrategias de gamificación, porque permite utilizar recursos digitales que apoyan el proceso de aprendizaje. Estos autores opinan también que en la planeación se debe considerar el contexto de los participantes para incidir en sus necesidades de aprendizaje. En este propósito, las investigadoras discurren que la manera más adecuada para que los participantes comprendieran el uso de Aprendiz sería que la utilizaran primero como alumnos de un curso simulado. Así, y después de considerar que los participantes pertenecían a diferentes áreas académicas, se concluyó que uno de los temas que era interesante y accesible entre cualquier profesor universitario era el bienestar, la salud integral y el manejo de estrés. Realizadas las consideraciones anteriores, en esa sección del taller se programaron actividades relacionadas con la salud docente, que tuvieran como objetivo una interacción entre los participantes y las estrategias gamificadoras.

El profesorado que colaboró en el estudio asumió entonces el rol de un estudiante inscrito en una asignatura simulada, a la que se bautizó con el nombre de Bienestar Integral Docente. A través de dicha asignatura, el grupo de participantes desarrolló cada una de las actividades definidas para las secciones de la plataforma. La Figura 2 muestra cómo el grupo de maestros visualizaba la página de inicio y las actividades a realizar en las secciones de prueba, misiones y foros.

Figura 2. Visualización de la página de inicio de la plataforma gamificada Aprendiz.

The screenshot displays the 'Aprendiz' platform interface. At the top, there is a navigation bar with the logo 'aprendiz' and menu items: 'CLASES', 'INSTRUCCIONES', 'MI PERFIL', and 'SALIR'. The main content area is divided into three vertical sections. On the left, a user profile for 'Sonia González' is shown, along with group information for 'Novata' (Bienestar integral profesores - BiP) and a progress indicator showing '0% 0 pt' for 'Principiante'. Below this is a list of group members with their levels: Alejandro Alcantara (Principiante), María Elena Melón (Iniciada), Diana Lorea (Iniciada), Eder Villalba (Novato), Elena Carrizales (Principiante), Felipe García (Principiante), Héctor Falcón (Principiante), and another Héctor Falcón (Principiante). The central section, 'MURO DEL GRUPO', features a post by 'María Elena Melón' and 'Alejandro Alcantara' dated '06/08/2018 | 10:18' with '0 votos'. The post content includes the text 'Me siento muy bien en las areas de bienestar' and a video player for 'HOPE' by XXXTENTACION. Below the video is a 'Comentando' section with a post by 'Alejandro Alcantara' dated '06/08/2018 | 10:18' and '0 votos', which is currently being commented on. The right sidebar contains 'MISIONES' (missions) with a 'CALIFICADO' (graded) status, listing tasks like '1.1. Cómo me siento en las áreas de bienestar' and '1.2. Para qué estar bien...'. Below this is a 'PRUEBAS' (tests) section with a test titled 'Qué sabes de nutrición'. At the bottom of the right sidebar is a 'CONOCIMIENTO' (knowledge) section.

Recuperado de <https://aprendiz-online.com>

- a. **Prueba.** El grupo de participantes llevó a cabo una prueba –sondeo de conocimientos– de 15 preguntas con temas básicos de nutrición. Para mejorar su puntaje, la prueba se podía realizar hasta tres veces (por limitaciones de tiempo), pero en cada ocasión las preguntas cambiaban, ya que se cargaban de una colección preestablecida con más de 30 preguntas propuestas.
- b. **Misiones.** El objetivo del aprendizaje basado en retos es que el alumnado trabaje y resuelva un problema real y relevante, desarrollando soluciones que requieran un enfoque creativo e interdisciplinario (Olivares Olivares, López Cabrera y Valdezcarría, 2018). Para esta asignatura simulada se propusieron varios retos o misiones. Cada grupo de participantes realizó solamente uno de ellos de acuerdo con las indicaciones de la moderadora; sin embargo, se les explicó a todas las personas

que existían más actividades y en qué consistía cada una de ellas:

- ▶ ¿Cómo me siento en las áreas de bienestar?
- ▶ ¿Para qué estar bien?
- ▶ Nutrición 1 y 2.
- ▶ Bienestar económico.
- ▶ Manejo de estrés.

c. **Foros para fomentar la retroalimentación.** Son áreas digitales en las que se promueve la plática, reflexión y análisis de temas compartidos por los estudiantes de un curso. En estos espacios se propicia además un escenario en donde las personas participan con valoraciones, puntajes o para emitir juicios y comentarios, que proporcionen una retroalimentación cualitativa a sus colegas. De acuerdo con Delgado Celis, Miranda Díaz y Meza (2018), la retroalimentación entre pares proporciona las siguientes ventajas:

- ▶ Valorar el trabajo de colegas contribuye al proceso de aprendizaje.
- ▶ La evaluación de compañeros y compañeras es una forma de autoevaluación.
- ▶ Este tipo de colaboración mejora la percepción acerca de la calidad en los trabajos.
- ▶ Aumenta la responsabilidad en el proceso de aprendizaje.

Para mostrar cómo trabajaba esta sección de la plataforma, se le pidió al grupo de participantes que compartieran en sus muros sus propuestas en la resolución de la misión “¿Para qué estar bien?” En esta misión, las personas debían escribir una nota de agradecimiento a sí mismos, como si esta pudiera leerse en el año 2038, considerando las acciones realizadas a favor de la salud desde el presente hasta esa fecha. Posteriormente, se pedía a los colegas que escribieran alguna retroalimentación a dichas cartas.

Análisis como docentes

Durante esta etapa del taller, el grupo de maestros observó en una o varias pantallas el punto de vista de la persona que plantea metodológicamente y administra un curso. En ese aspecto, se mostraban las acciones realizadas para subir materiales y actividades; además de enseñar las operaciones que se consideraban para establecer tiempos de entrega, pautas de evaluación y visualización desde otros dispositivos. Es importante mencionar que en esta fase del taller los participantes no realizaron movimientos de primera mano en la plataforma, por lo que todo su accionar se enfocó en la observación de las pantallas.

Reflexión final.

La metodología estuvo dirigida a que los moderadores del aprendizaje consideraran su quehacer docente y establecieran reflexiones

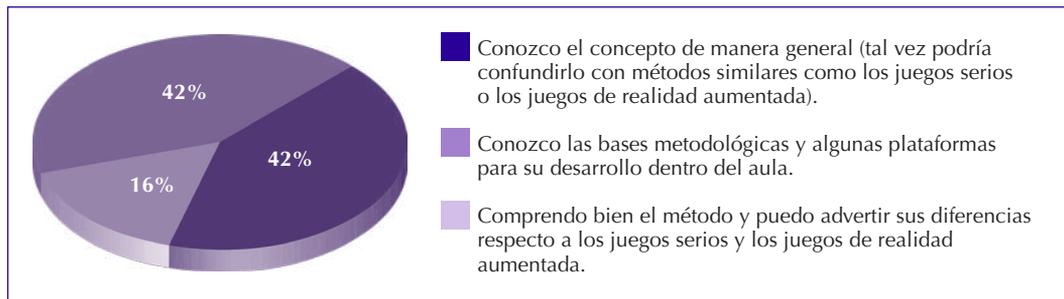
conducentes a incorporar el uso de esta plataforma de gamificación. A los efectos de este objetivo, en esta etapa del taller se creó un espacio para meditar la experiencia e indagar acerca de las posturas respecto al futuro uso de la plataforma en las actividades académicas (preguntas de investigación 3 y 4). En la siguiente sección se comparten algunas de las reflexiones que los participantes expresaron.

Discusión de resultados

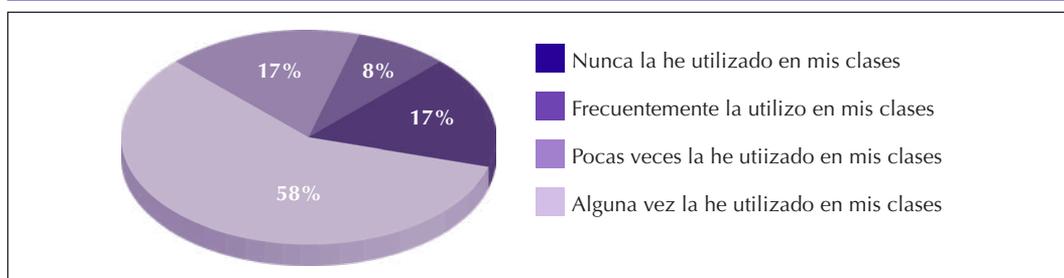
Es importante destacar que este reporte no tiene pretensiones de generalizar los resultados. Puesto que se trata de la descripción de una experiencia con una muestra pequeña e intencionada, los datos son válidos para dicha muestra. En esta sección, se presentan los datos revelados en el cuestionario, así como las respuestas a las preguntas de introducción y de cierre. Con ello, se contrastarán las cuatro preguntas que motivaron este artículo, que se enfocan en el conocimiento y percepción de la gamificación, su experiencia con la estrategia, su disposición a usarla, si no la han utilizado, y su percepción sobre la plataforma Aprendiz como mediadora y facilitadora para implementar una estrategia de gamificación. Asimismo, se compartirán las participaciones directas de las grabaciones con algunas observaciones. Se ha decidido hacer esto para que los lectores puedan observar la individualidad y la diversidad de percepciones, conocimientos, opiniones y necesidades de cada participante, en lugar de acudir a codificar y obtener patrones, ya que, como se verá, cada caso muestra un perfil y una perspectiva distinta y esto es en sí un importante hallazgo. Creemos que mostrarlo desde lo individual con la observación seguida inmediatamente será enriquecedor para descubrir la diferencia de perfiles. No obstante, en las conclusiones se comentarán los patrones observados más importantes.

Resoluciones en el cuestionario de entrada

Como ya se mencionó en la sección de metodología al inicio de este artículo, los participantes contestaron un cuestionario de entrada antes de iniciar el taller. Considerando el tema guía en este artículo, a continuación se comparten los resultados obtenidos sobre la gamificación, que incluyó dos preguntas de opción múltiple, así como las respuestas acomodadas de acuerdo con una escala de Likert. La primera pregunta se enfocaba al conocimiento del término gamificación y la segunda al uso de esta herramienta didáctica como estrategia. Las figuras 3 y 4 presentan los resultados obtenidos de la primera y segunda pregunta, respectivamente.

Figura 3. Distribución de las respuestas a la pregunta “En cuanto al concepto de gamificación”.

Elaboración propia.

Figura 4. Distribución de las respuestas a la pregunta “En cuanto al uso de la gamificación en sus clases”.

Respecto a la pregunta en la que se le pedía al grupo de participantes que escogiera cuál era su nivel de conocimiento respecto a la gamificación, en la Figura 3 se puede observar que las respuestas se distribuyen dentro del espectro de posibilidades disponibles. De esta manera, cinco participantes manifestaron conocer “el concepto de manera general (tal vez podría confundirlo con métodos similares como los juegos serios o los juegos de realidad aumentada)”. A su vez, dos docentes escogieron la opción intermedia: “comprendo bien el método y puedo advertir sus diferencias respecto a los juegos serios y a los juegos de realidad aumentada”. Por último, los cinco docentes restantes contestaron que conocían “las bases metodológicas y algunas plataformas para su desarrollo dentro del aula”. En este análisis es importante destacar que ninguna respuesta se dirigió hacia los extremos, que incluían, por un lado, no conocer el tema en absoluto o, por el otro, ser un experto en el mismo.

Respecto a la pregunta en la que se le pedía al grupo de participantes que escogieran cuál era su nivel de uso de la gamificación en sus respectivas asignaturas, en la Figura 4 se puede observar que las respuestas se ubican en casi todas las posibilidades, excepto la más alta, “muy frecuentemente la utilizo en mis

clases”. De esta manera, de los doce participantes, dos de ellos nunca han utilizado la gamificación, dos indicaron que pocas veces y solo una persona manifestó hacer un uso frecuente de la gamificación. A su vez, 58% del grupo (7) escogió como respuesta “Alguna vez la he utilizado en mis clases”.

Comentarios sobre las preguntas de introducción

Como se mencionó anteriormente, la finalidad de esta etapa del proyecto fue introducir el tema de la plataforma de gamificación y conocer –a través de preguntas abiertas– la opinión y uso que los participantes dan a algunas innovaciones educativas. Como la entrevista se habría de realizar en grupo, se determinó que el procedimiento más conveniente era utilizar una guía de tipo semiestructurada. Así los temas ejes fueron:

- a. ¿Cómo definen la gamificación?
- b. ¿Qué ventajas y desventajas consideran que pueda tener?
- c. ¿Cuáles son sus preocupaciones respecto al tema?
- d. ¿Han usado la gamificación?, ¿en qué?

A continuación y de manera general, se comparten las reflexiones más destacadas que podrían abarcar el sentir general de los participantes, de acuerdo con su modo de pensar, hechos y situaciones vividas con la gamificación. Se reitera que estas introspecciones fueron obtenidas de la grabación de audio realizada durante los cursos de formación. Todos los participantes fueron informados de este procedimiento y estuvieron de acuerdo con que sus pronunciamientos iniciales y finales fueran compartidos en este artículo. Después de la transcripción de cada participación, se comparten las observaciones realizadas por parte de quien encabeza la autoría de este artículo. Los detalles de estas observaciones fueron recogidas en un diario de campo de manera descriptiva, para luego ser explicadas relacionando los sistemas o hechos descubiertos en el contexto.

Participación inicial. Número 1

“Yo hace tiempo intenté gamificar la clase de guión, incluso llevé una clase de estos CADIS, y seguí algunos consejos. Pero cometí creo que un par de errores. Uno fue que hice equivalentes los puntos a la calificación y eso me metió en varios problemas a mí mismo. Y otro que intenté narrativizar y yo mismo me metí en un problema porque después no sabía cómo continuar la historia. Pero una de las cosas que eran complicadas era llevar el *score* de los puntos, tenía que llevar una equivalencia en un Excel.”

- ▶ Observaciones sobre la participación inicial número 1:
 - ◊ Esta persona tiene buen conocimiento del concepto “gamificación”.
 - ◊ Ha utilizado la herramienta educativa en sus clases.
 - ◊ Puede identificar problemas o situaciones que requieran mejora.

Participación inicial. Número 2

“He estado introduciendo pequeños ejercicios. Por ejemplo, para evitar o para propiciar que pierdan el miedo a la presentación en público. Al menos que le vayan agarrando confianza y amor al grupo... una actividad simplona. Junto a cuatro, cinco personajes, de Bob Esponja, Sherlock, Adela Micha... personajes que nada tienen que ver en diferentes contextos y situaciones, están reunidos y, si de pronto coincidieran, ¿de qué estarían conversando?, ¿cuál sería la charla? Y el hecho de ponerse a pensar. Por sorteo, les asigno a quién deben caracterizar, al personaje... y luego ¿de qué hablamos? Han salido cosas muy interesantes, se mueren de la risa, lo disfrutan mucho. Para algunos dicen que les cuesta mucho, pero después dicen: qué padre... Bueno, son pequeñas actividades que pueden ir sirviendo.”

- ▶ Observaciones sobre la participación inicial número 2:
 - ◊ Esta persona tiene un conocimiento básico, pero tal vez lo confunda con otros temas de juego en general.
 - ◊ Muestra interés en el tema por lo que ha intentado incluir algunas actividades de juego en sus clases.

Participación inicial. Número 3

“Yo entiendo que es una metodología para la enseñanza, a través de dinámicas que involucran juegos y retos.”

- ▶ Observaciones sobre la participación inicial número 3:
 - ◊ Esta persona tiene una idea muy básica acerca de lo que es la gamificación; probablemente podría confundir este término con otras herramientas.
 - ◊ Después compartió que nunca había utilizado la gamificación en sus clases.

Participación inicial. Número 4

Respecto a la definición de gamificación: “Para mí es una técnica didáctica innovadora, porque rompe con el esquema tradicional de enseñanza-aprendizaje. Debe haber una preparación previa para ella que involucra retos, entonces el reto siempre es como el atractivo para el alumno, el poder superar sus expectativas, sus habilidades y poder saber hasta qué grado ha podido alcanzar los objetivos que se haya planeado”.

Respecto a las ventajas y desventajas: “Yo como desventaja veo que la oferta de gamificación que puedas ofrecer durante el semestre sea solo una –por la inversión de tiempo y creatividad que implica–. Entonces puede que tengas una clase innovadora y 99 clases tradicionales. Entonces el proceso de en todo momento estar generando pequeños retos para que sea una actividad o un proceso durante el semestre es un trabajo muy desgastante. Sin embargo, los beneficios es que serías un maestro innovador, que los alumnos esperan porque te dicen: bueno ¿y ahora qué?, ¿qué va a hacer que supere la clase anterior? Y esas experiencias que vas generando en el usuario, en tu alumno, pueden ser fuente de información, para que en algún momento él mismo desarrolle proyectos, actividades, entregables, con ese toque tú le has querido ofrecer. Salte de la caja y haz algo que tome todo lo que traes. Yo creo que las ventajas por mucho superan las desventajas”.

- ▶ Observaciones sobre la participación inicial número 4:
 - ◇ Esta persona distingue el concepto de gamificación como herramienta didáctica innovadora.
 - ◇ Se enfoca en la percepción del grupo de alumnos y las ventajas que se les presentan a ese colectivo.
 - ◇ Es el único participante que mencionó el tiempo que lleva planear sesiones basadas en esta técnica; por lo tanto, se considera que ya ha utilizado la herramienta en varias ocasiones.

Participación inicial. Número 5

Respecto a la definición de gamificación: “Para mí es enriquecer una sesión de aprendizaje, enriquecerla a través de la implantación de juego o dinámicas o cosas que de alguna manera estimulen el aprendizaje”.

Respecto a las ventajas y desventajas: “Yo pienso que los aprendizajes se pueden dar de varias maneras, pero como que los aprendizajes que perduran o que se incrustan en la persona fuertemente son aquellos que están relacionados con los sentimientos, las sensaciones o las experiencias agradables. Entonces esa es como una gran ventaja que yo veo a la hora de gamificar una sesión. Una desventaja es que no sé que tan fácil o difícil sea gamificar una sesión en donde el objetivo sea lograr un conocimiento de algo que no sea tan fácil de gamificar, un conocimiento más duro”.

- ▶ Observaciones sobre la participación inicial número 5:
 - ◇ La persona tiene una noción general del término, pero podría llegar a confundirlo con otras herramientas.
 - ◇ Considera que la gamificación solo puede ser utilizada en asignaturas que no pertenezcan a las ciencias exactas.

- ◇ No parece tener experiencia en gamificar sus clases.

Participación inicial. Número 6

“La ventaja es que tener o cautivar al alumno, al final del camino sí vemos que son algo dispersos. Entonces tal vez con un reto y con un proceso ya bien medido de lo que se tiene que hacer para completar estos retos. Podemos alcanzar un objetivo, pero sobre todo cautivarlos. Que no sea simplemente como el modelo conductista de estar frente a clase, sino más bien involucrarnos en una actividad que les genere valor. Como desventaja es que muchas veces tenemos el objetivo, el objetivo pedagógico y que no podamos ligar la actividad con este objetivo. A lo mejor el concepto es mucho más allá de [solo] gamificar; es realmente involucrar ese proceso mental”.

- ▶ Observaciones sobre la participación inicial número 6:
 - ◇ La persona considera esta herramienta como una más; útil en relación al interés que genere en el alumnado y al cumplimiento de los objetivos de aprendizaje.

Estas opiniones ofrecen una valiosa información respecto a la experiencia práctica que ha tenido el grupo de participantes. De sus conversaciones se desprende que la mayoría conoce el término de gamificación porque la institución en donde laboran, Tecnológico de Monterrey, les ha proveído con referencias puntuales a través de informes y cursos. Sin embargo, se manifiestan algunas confusiones con el término, así como la asociación a técnicas afines, como el aprendizaje basado en retos. A pesar de esto, el grupo participante considera la gamificación como una herramienta; es decir, como un medio útil para realizar actividades académicas. En las observaciones realizadas, por quien encabeza la autoría de este artículo, se percibió la necesidad de conocer otras formas de comunicación con los estudiantes, a quienes se les adjetiva como “de otra generación”, “nuevos estudiantes”, “dispersos” y “usuarios de tecnologías”. Por lo tanto, existe un buen grado de interés por el tema y disposición en comprender las bases metodológicas que permitirán su uso adecuado.

Comentarios de los participantes en las reflexiones finales.

Como ya se ha aclarado, la etapa final del taller se enfocó en permitir que el grupo de participantes consideraran su quehacer docente y establecieran reflexiones conducentes a incorporar el uso de la gamificación como una herramienta didáctica. A efecto de contestar las preguntas de investigación 3 y 4, en esta etapa del taller se creó un espacio para meditar la experiencia e indagar

acerca de las posturas respecto al futuro uso de la plataforma en las actividades académicas. Se utilizaron como pauta los siguientes cuestionamientos:

- a. ¿Cómo podría utilizar la gamificación? (en áreas en las que ya está trabajando o en áreas nuevas).
- b. ¿Utilizaría la gamificación? ¿Utilizaría esta plataforma?
- c. ¿Qué ventajas observa?
- d. ¿Qué limitantes le preocupan?

A continuación, se listan algunas de estas reflexiones finales. Nuevamente se menciona que después de la transcripción de cada participación, se comparten las observaciones realizadas.

Participación final. Número 1

“Creo que esto podría utilizarlo en el curso de preparación para el examen de admisión, aquí en el TEC, en la parte verbal [de la prueba]. Son ene cantidad de ejercicios de diferentes tipos que, sin mayor problema, podrían estarlos trabajando aquí [en esta plataforma] los muchachos. Y se dejarían de estar lidiándolos con las calificaciones. Esa es otra cosa, se requiere siempre que haya alguien que revise, pero esa gastadera innecesaria de material, de hojas y hojas, bien podrían utilizarlo, incluso los de matemáticas podrían. En el sentido de que se pueden arrastrar y pegar los ejercicios. Yo creo que es algo que les gustaría [a los estudiantes] y es un “cliente” interno que podrían empezar a utilizar”.

- ▶ Observaciones sobre la participación final número 1:
 - ◊ Esta persona propone la utilización de la plataforma Aprendiz (en específico) para una actividad nueva; es decir, no manifiesta utilizarla en su práctica regular.
 - ◊ Sugiere un uso comercial de la plataforma.

Participación final. Número 2

“Sin ningún problema podría utilizarlo en mis clases... creo que solo implicaría modificar algunas cuestiones para estar manejando el tema de la parte lúdica; porque lo que tenemos a lo mejor está muy tradicional o lo damos de una manera muy simple: entrega y ya. Y nadie supo si entregó, que entregó o qué comentarios recibió. Simplemente sería cosa de modificar; estaría padrísimo repensar lo que estamos pidiendo ahorita, ver, transformarlo en términos de retos, que no se planteen como actividades aisladas. Porque a lo mejor conjuntando varios elementos puedes pedir un reto en concreto. De hecho, aquí hasta la palabra misión invita ‘ahí te va la misión que tienes que cumplir”.

- ▶ Observaciones sobre la participación final número 2:
 - ◇ Esta persona está entusiasmada con el uso de la plataforma en específico y no tanto por la gamificación en particular.
 - ◇ Se interesó más por el “aprendizaje por retos” que por el aprendizaje con gamificación.

Participación final. Número 3:

“El TEC es solo uno de las [...] en la que nos movemos. Por ejemplo, tenemos un grupo de empoderamiento femenino que le da instrucción a mujeres de comunidades que quieren emprender, o ya están emprendiendo, pero desde un modelo de negocios. A lo mejor si esto estuviera al alcance, que el gobierno pudiera adquirir y a través de esto las niñas –sobre todo que son hijas de estas mujeres– creo que es una herramienta súper fácil para que entendieran conceptos por ejemplo de mercadotecnia. Que del curso que se les da, esto fuera como un refuerzo”.

- ▶ Comentarios sobre la participación final número 3:
 - ◇ Esta persona está interesada en utilizar la plataforma en sus clases (lo comentó), pero le atrajo más su utilidad para ese grupo de empoderamiento femenino.
 - ◇ Introdujo términos como “democratización del conocimiento”, para mencionar las ventajas de la herramienta.

Participación final. Número 4

“En bibliotecas se pueden utilizar mucho, para hacer concursos, para reforzar habilidades, conocimientos, promoción de lectura”.

- ▶ Comentarios sobre la participación final número 4:
 - ◇ Esta persona además de pensar en el uso didáctico de la gamificación, comentó en su uso para las bibliotecas.
 - ◇ Mostró interés en la plataforma en particular, no en la gamificación –en general– como herramienta.

Participación final. Número 5

“Yo la veo útil para escuelas primarias, para todas esas materias en donde “tienes que aprender” conceptos. Ahí en esas de repetición constante y el diseño que tiene la plataforma [es bueno] porque no se te penaliza esa repetición, ese concepto me encantó. En un examen tradicional solo lo contestas una vez y no tienes la oportunidad de emendar el error, no es tanto emendar sino el aprendizaje continuo, eso me gustó mucho. Le veo mucho potencial para todas las comunidades en donde el aprendizaje tradicional ya está rebasado, por la misma capacidad de los niños, esa curiosidad que tienen para apren-

der. Le veo también mucho potencial para estos niños, de estas generaciones, que están tan acostumbrados a interactuar con dispositivos móviles y cuando haces una interacción persona a persona no son tan abiertos, pero les pones un *Moodle* y son almas libres”.

- ▶ Comentarios sobre la participación final número 5:
 - ◇ La persona observó las ventajas de la plataforma y se enfocó en su utilidad para las comunidades infantiles.
 - ◇ La persona se encauzó en la gamificación dentro de la plataforma, porque lo ve como ventaja en el uso de los teléfonos inteligentes; y no en la utilización de la gamificación como herramienta didáctica.

Las reflexiones formuladas en esta sección del curso ofrecen una información interesante rescatada de la experiencia práctica vivida por el grupo de participantes. Se observa un gran interés, colaboración y motivación en las actividades de este tipo. Asimismo, el total de las personas dijeron sentirse aptos para implementar la gamificación en sus actividades docentes; aunque algunos de ellos mencionaron que requerían rediseñar o acomodar los contenidos y otros más no creían que iba a ser útil para todas las asignaturas. Se observó además que, al recibir la información y el apoyo adecuado, el grupo de maestros y maestras, se sintió capaz de abordar diversas formas de enseñanza e idear otras maneras de incorporar la gamificación en actividades fuera del contexto universitario.

Conclusiones y recomendaciones para trabajos futuros

Resulta oportuno reiterar que en este artículo se comparten los resultados obtenidos, al tiempo que se manifiesta la inclinación educativa del Tecnológico de Monterrey. Sin embargo, a pesar de que los resultados son particulares y específicos, en general en México se observa un animado interés en utilizar la gamificación en la educación, como ha sido ya señalado (García-Peñalvo, 2015; Observatorio de Innovación Educativa, 2016). La importancia de la incorporación de las TIC, así como sistemas de gestión del aprendizaje y plataformas gamificadas son temas relevantes para los sistemas de educación actuales. Muchos de estos sistemas continúan operando mayormente empleando técnicas didácticas concebidas en su momento para otras generaciones de estudiantes sin los amplios avances tecnológicos de nuestros días.

De las conversaciones realizadas al inicio del taller docente, se percibe una valiosa información respecto a la experiencia práctica que ha tenido el grupo de participantes. Se desprende así

que la mayoría conoce el término “gamificación”, porque la institución en donde laboran (TEC) les ha proveído con referencias a través de informes y cursos. Sin embargo, se presentan confusiones con el término y ocurre una asociación a herramientas afines, como el aprendizaje basado en retos. En efecto, los comentarios demuestran interés por el tema y disposición en comprender las bases metodológicas que permitirán el uso adecuado de la gamificación. De una manera similar, de las reflexiones realizadas al final de esta actividad, se concibe que después de recibir la información y preparación adecuada respecto a la gamificación en el contexto universitario, en general, y el uso de la plataforma Aprendiz, en particular, las personas dijeron sentirse aptos para poner en práctica esta herramienta educativa en sus actividades docentes. Algunos explicaron que la implementación de esta técnica requeriría tiempo y creatividad, pero que el curso les había mostrado formas diferentes de abordar la enseñanza e idear otras maneras de incorporar la gamificación en actividades de refuerzo.

Por las consideraciones mencionadas a lo largo de este documento, se sugieren las siguientes recomendaciones para la futura realización de talleres similares:

- ▶ Planear que el taller en su totalidad no exceda las dos horas; o, si el caso lo requiere, que el mismo sea seccionado en unidades de máximo 120 minutos.
- ▶ Considerar que en estas actividades es imprescindible la utilización de computadoras de escritorio, personales, o iPads con acceso a Internet.
- ▶ En cursos en donde la participación es voluntaria, la flexibilidad de horarios es importante.
- ▶ Existe un interés por cursos de esta naturaleza no solo por profesores, sino por varios actores que intervienen en la educación superior. Por lo tanto, es conveniente invitar a la participación de personal administrativo y personas que laboran en las bibliotecas universitarias.
- ▶ Para aprender el funcionamiento de estas herramientas, es importante que los docentes observen su funcionamiento desde el punto de vista de la persona participante y el punto de vista de la persona que concibe, planea y ejecuta la didáctica del curso.

Según lo presentado anteriormente, los resultados de esta exploración han sido recuperados en una institución de educación privada, por lo que no se pretende que sean generalizables a todo tipo de instituciones educativas. Experiencias, como la que se reporta, resultan sugerentes y podrían servir de base para llevar a cabo investigaciones de mayor alcance que incluyan universidades públicas y otros grupos de estudio. Sería además interesante extender estudios de este tipo en diferentes contextos, como países en

Latinoamérica, para ofrecer estudios comparativos. Se recomienda también ampliar las entrevistas, tanto con los docentes como estudiantes, para profundizar en las razones de uso, preferencias y nuevas ideas para implementar la gamificación en el aula.

Se declara que no existe conflicto de intereses respecto a la presente publicación.

Referencias

- Almenara, J. C., y Díaz, V. M. (2017). La educación formal de los formadores de la era digital: los educadores del siglo XXI. *Notandum*, 29-42. doi.10.4025/notandum.44.4
- Amezcu, M., y Gálvez Toro, A. (2002). Los modos de análisis en investigación cualitativa en salud: perspectiva crítica y reflexiones en voz alta. *Revista Española de Salud Pública*, 76(5), 423-436. Recuperado de http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1135-57272002000500005&script=sci_arttext&lng=pt
- Brigham, T. J. (2015). An Introduction to Gamification: Adding Game Elements for Engagement. *Medical Reference Services Quarterly*, 34(4), 471-480. doi: 10.1080/02763869.2015.1082385
- Cardoso Araújo, I. (2017). *How to gamify the classroom? A proposal for teachers training*. Ponencia. International Conference of the Immersive Learning Research Network, Universidad de Coimbra, Portugal. doi: 10.3217/978-3-85125-530-0-20
- Delgado Celis, Z. Y., Miranda Díaz, G. A., y Meza Cano, J. M. (2018). La evaluación entre pares mediada por tecnología. En Memorias del 3er. Encuentro universitario de mejores prácticas de uso de TIC en la educación. Ciudad de México: Universidad Autónoma de México. Recuperado a partir de <https://encuentro.educatic.unam.mx/educatic2017/memorias/113.pdf>
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., y Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness. En *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference on Envisioning Future Media Environments - MindTrek 11* (p. 9). Nueva York, EE UU: ACM Press. doi: 10.1145/2181037.2181040
- García-Peñalvo, F. J. (2015). Mapa de tendencias en innovación educativa. *Education in the Knowledge Society*, 16(4), 6. doi: 10.14201/eks2015164623
- González-Moreno, S. E., y Cortés-Montalvo, J. A. (2018). La gamificación en la educación superior mexicana: un estudio exploratorio. En Á. Torres-Toukoumidis y L. M. Romero-Rodríguez (Eds.), *Gamificación en Iberoamérica. Experiencias desde la comunicación y la educación* (pp. 221-230). Cuenca, España: Abya-Yala.
- Guevara Vizcaíno, C. (2018). *Estrategias de gamificación aplicadas al desarrollo de competencias digitales docentes*. (Tesis de magíster). Universidad Casa Grande, Guayaquil, Ecuador. Recuperado de <http://dspace.casagrande.edu.ec:8080/bitstream/ucasagrande/1429/1/Tesis1623GUEe.pdf>
- Guibert Reyes, W., y Prendes Labrada, M. de la C. (2001). El taller docente, ¿cómo hacerlo más eficaz? *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 17(2). Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252001000200016
- Hattie, J., y Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81-112.

- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ª ed.). México D.F.: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Hunicke, R., LeBlanc, M., y Zubek, R. (2004). MDA: A formal approach to game design and game research. En *Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI*. Vol. 4, p. 1722.
- Lugo Rodríguez, N., y Alcántara, A. (2017). Aprendizaje y motivación de la semiótica aplicada: Gamificación con base en la prueba piloto de la plataforma “aprendiz”. *Experiencias de gamificación en aulas*, 45–62. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6461917>
- Lugo Rodríguez, N. y Melón Jareta, M. E. (2016). Juegos de realidad alternativa para la educación cívica. Elementos de diseño: narrativa, juego y discurso. *Commons. Revista de Comunicación y Ciudadanía Digital*, 5(2).
- Martínez Navarro, G. (2017). Tecnologías y nuevas tendencias en educación: aprender jugando. El caso de Kahoot. *Opción*, 33(83), 252-277. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31053772009>
- Observatorio de Innovación Educativa. (2016). *EduTrends Gamificación*. Recuperado de <https://observatorio.itesm.mx/edutrendsgamificacion>
- OECD. (2017). *La educación a distancia en la educación superior en América Latina*. doi:10.1787/9789264277977-es
- Olivares Olivares, S. L., López Cabrera, M. V., y Valdez-García, J. E. (2018). Aprendizaje basado en retos: una experiencia de innovación para enfrentar problemas de salud pública. *Educación Médica*. doi:10.1016/j.edumed.2017.10.001
- Palma-Ruiz, J. M., González-Moreno, S. E., y Cortés-Montalvo, J. A. (2019). Sistemas de gestión del aprendizaje en dispositivos móviles: evidencia de aceptación en una universidad pública de México. *Innovación Educativa*, 19(79), 35-56.
- Pérez Latorre, Ó. (2015). The social discourse of video games analysis model and case study: GTA IV. *Games and Culture*, 10(5), 415-437.
- QS. (2018). QS Global World Ranking. Recuperado de <https://www.topuniversities.com/universities/instituto-tecnologico-y-de-estudios-superiores-de-monterrey#wurs>
- Salgado Lévano, A. C. (2007). Investigación cualitativa: diseños, evaluación del rigor metodológico y retos. *Liberabit*, 13(13), 71-78. Recuperado de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1729-48272007000100009&script=sci_arttext&tlng=en
- Seaborn, K., y Fels, D. I. (2015). Gamification in theory and action: A survey. *International Journal of Human-Computer Studies*, 74, 14-31. doi: 10.1016/j.ijhcs.2014.09.006
- Small, G., y Gigi, V. (2009). *El cerebro digital. Cómo las nuevas tecnologías están cambiando nuestra mente*. Barcelona, España. Urano.
- Torres-Toukoumidis, Á. (2016). *Evaluación de políticas públicas con técnicas de gamificación para la educación ciudadana*. Huelva, España: Universidad de Huelva.
- Torres Tuero, C., y Repilado Ramírez, F. L. (2017). El diálogo socrático en la “pregunta de entrada” del laboratorio de física. *Revista Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 8(6), 169-174.

Estrategias de gamificación para construir una cultura de investigación en contextos universitarios

Julio Ernesto Rojas Mesa
Universidad Santo Tomas, Colombia
Linda Alejandra Leal Uruña
Universidad Pedagógica Nacional de Colombia

Resumen

En los últimos años, la cultura científica se ha convertido en un tema de gran trascendencia para pensar alternativas teóricas y metodológicas de transferencia y aplicación de diversos productos y resultados de la ciencia, la tecnología y la innovación. Este artículo presenta una experiencia de construcción de cultura de investigación o cultura científica, por medio del planteamiento de una estrategia de gamificación entre docentes investigadores universitarios. Metodológicamente la aplicación del modelo *design thinking* al desarrollo de una estrategia de gamificación, orientada a la construcción de la cultura de la investigación, permitió asumir el proceso de investigación de una manera más activa y participativa por parte de los docentes investigadores seleccionados, como muestra en este trabajo. Se diseñó una aplicación móvil para pensar una cultura científica a partir de los fundamentos ofrecidos por el SCienTI-Col y la clasificación de productos de investigación.

Palabras clave

Cultura científica, motivación, gamificación, proyecto experimental, educación superior, investigación educativa.

Gamification strategies to create a research culture in university contexts

Abstract

In recent years, scientific culture has become a topic of great importance in the process of conceiving theoretical and methodological alternatives for the transference and implementation of diverse products and results of science, technology and innovation. This article presents an experience of the construction of research culture or scientific culture, through the proposal of a gamification strategy among university researchers and professors. In terms of methodology, the application of the design thinking model to the development of a gamification strategy, directed at the construction of a research culture, made the research process more active and participatory for the selected researchers and professors, as a result of this study. A mobile application was designed in order to conceptualize a scientific culture based on the fundamentals put forth by the SCientI-Col and the classification of research products.

Keywords

Educational research, gamification, experimental project, higher education, motivation, scientific culture.

Recibido: 30/09/2018
Aceptado: 27/11/2018

El problema de la construcción de una cultura de la investigación

En Colombia, el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología ha establecido, desde hace algunos años, una propuesta de organización de la producción en investigación/innovación mediante cuatro categorías generales de productos que pueden presentarse como resultado de actividades de investigación. A pesar de ello, los docentes investigadores aún no logran armar un mapa del conjunto de productos de sus actividades en investigación que impacten en funciones de la docencia y la proyección social, y menos aún competencias que les permitan transmitir ese espíritu científico a la sociedad en general.

Adicionalmente existen pocos escenarios de motivación que promuevan prácticas, discursos y ambientes que den sentido a la participación cada vez más frecuente y calificada en actividades de investigación/innovación y, con ello, de una cultura científica.

No obstante, en la última década se ha profundizado el interés por una perspectiva en ciencimetría, particularmente orientada hacia los artículos y libros producto de investigación, clasificados como productos de generación de nuevo conocimiento en el SCienTI-Col. Esta tendencia reduce la noción de impacto de investigación a un tema de índices de lectura y citación de publicaciones científicas.

Asimismo, se ha relativizado el impacto y la resolución de problemáticas sociales que puede provocar la transferencia de ciencia, tecnología e innovación en otro tipo de productos resultado de la investigación (desarrollo tecnológico, apropiación social del conocimiento y formación de recurso humano en ciencia, tecnología e innovación). Lo anterior ha generado una brecha cada vez más grande entre las problemáticas sociales y las representaciones en la ciudadanía, asociadas al manejo de una cultura científica, cultura de la investigación o alfabetización científica, que permita pensar soluciones, tanto por parte de actores académicos especializados, como por actores de la sociedad en general que pudiesen tomar iniciativas científicas más activas.

En razón de lo planteado, se considera importante asociar elementos motivadores (gamificación) en la creación de estrategias, para construir culturas de la investigación entre los docentes universitarios, que puedan fortalecer y expandir prácticas de producción y gestión en ciencia, tecnología e innovación, en la universidad y la sociedad en general.

Marco teórico

Hablar de cultura científica significa pensar en un conjunto de significados sobre la ciencia, la tecnología y la innovación, que

permitan construir y reconstruir permanentemente representaciones de un mundo científico a disposición de la resolución de las grandes y pequeñas problemáticas de la sociedad en general (Tan, Yang, Koh, y Jonathan, 2016).

Este conjunto de representaciones se puede visibilizar en dos dimensiones: el mundo científico académico y el sector real (empresas, organizaciones, comunidades y otros). El horizonte de sentido de una cultura científica –en un contexto de sociedades de la información, el conocimiento y el aprendizaje– exige a las sociedades locales y globales un empoderamiento cada vez más amplio de discursos, métodos y aplicaciones del mundo de la ciencia, la tecnología y la innovación, con el fin de mejorar sus procesos, ambientes, índices de calidad de vida y bienestar humano, así como participar de comunidades de ciencia, tecnología e innovación (Karpov, 2015; Tapscott y Aguirre, s.f.; Tapscott et al., s.f.; Gil Pérez y Macedo, 2005; Scolari et al., 2013; Colciencias, 2019).

La tecnología en los sistemas de gestión de la investigación universitaria

La resolución de problemas de gestión de la investigación en las universidades y centros de investigación ha sido una preocupación constante. Se define como la serie de procesos administrativos, técnicos y de asesoría que posibilitan la gestión ejecutiva de fondos y recursos necesarios para el desarrollo de una actividad científica (Fàbregas, Grau y Ruiz, 2012).

Las organizaciones se han apoyado de manera importante en sistemas tecnológicos para crear sistemas de gestión de la investigación, generando dos líneas de desarrollo: 1. Sistemas de integración del conocimiento, y 2. Sistemas basados en conocimiento. Un ejemplo son las aplicaciones Fénix y TAIR (UAB, 2018).

Los sistemas de integración de conocimiento (*knowledge integration systems*) fueron configurando relaciones entre el usuario y la máquina en las que el sistema puede cumplir dos roles: uno primario, donde el sistema funge como base de datos; o uno secundario, en el que cumple adicionalmente la función de un asistente dotado de inteligencia artificial. Además, los sistemas basados en conocimiento (*knowledge based systems*, KBS) se desarrollan en diversas categorías, de acuerdo con el tipo de función, presentación, mecanismos de provisión y modelo de usuario que manejan, lo que ha dado lugar al surgimiento de cinco tipos de sistemas:

1. Expertos.
2. Soporte a decisiones.
3. Asistentes inteligentes.
4. Inteligencia de negocios.

5. Analíticos y de recomendación (Gregor, Maedche, Morana, y Schacht, 2016).

En cuanto a la integración entre gamificación y gestión del conocimiento, algunos expertos sostienen que forma parte de una tercera ola del desarrollo de los estudios y prácticas de investigación en el campo de los sistemas basados en conocimiento (Lambe et al., 2008). Esta ola comenzó aproximadamente en 2010, cuando se integró una serie de aplicaciones web 2.0 en la producción, presentación y transferencia de conocimiento en la investigación (Jarrahi y Sawyer, 2015). Para otros especialistas, la gamificación se ha utilizado de manera temprana en los trabajos de gestión de la investigación, incluso antes de que el término penetrara en los últimos años (Shpakova, Dorfler y MacBryde, 2017).

La gamificación también ha estado fuertemente relacionada con otros términos asociados al contexto educativo. Entre los conceptos vinculados, se encuentran el edu-entretenimiento, los juegos educativos (Buckingham y Scanlon, 2000) y los juegos serios (Cain, 2015).

Frente a la equivalencia entre términos utilizados en la gamificación y otras tendencias similares, el desarrollo conceptual ha sido diverso; sin embargo, la vinculación de la gamificación en los diferentes sistemas en donde se aplica ha permitido consolidar tres aspectos conceptuales y de trabajo aplicado: las mecánicas, las dinámicas y las motivaciones (Blohm y Leimeister, 2013). En relación con las motivaciones, la revisión de la bibliografía, realizada por Nah, Zeny, Telaprolu, Ayyapa y Eschembrenner (2014), identifica ocho elementos de diseño de juegos utilizados en contextos de aprendizaje:

1. *Points*. Puntos
2. *Levels/stages*. Niveles / etapas
3. *Badges*. Insignias / medallas
4. *Leaderboards*. Tableros de clasificación
5. *Prizes and rewards*. Premios y recompensas
6. *Progress bars*. Barras de progreso
7. *Storyline*. Historia / narrativa
8. *Feedback*. Retroalimentación

No obstante, más allá de la novedad positiva, también se plantea la necesidad de profundizar de manera sistemática en esta relación. Para algunos expertos, se puede caer fácilmente en “malas gamificaciones”, y de ahí que se identifique un conjunto de malas prácticas que pueden generar resultados negativos en el uso de la gamificación dentro del contexto educativo: muchas recompensas extrínsecas; no darle significado a la meta o a por qué se juega; la estética no corresponde con la historia planteada; un

sistema de gamificación difícil de usar, debido a la plataforma creada (Tóth y Tóvölgyi, 2016).

Pensar estrategias de gamificación desde metodologías con participación del usuario: *Design thinking* en la investigación educativa

El planteamiento metodológico demanda especial importancia en este trabajo, ya que es un modelo de incursión reciente en la investigación educativa en Colombia. Se ha elegido el diseño o proyecto centrado en personas (HCD, por sus siglas en inglés), que es el conjunto de técnicas derivadas del *design thinking*. En los últimos años, en los procesos de investigación se ha venido consolidando la relación entre la ciencia, la tecnología y la innovación, lo que plantea enormes desafíos al mundo académico. El desarrollo en el campo de la innovación se ha realizado especialmente en centros especializados de investigación, de desarrollo tecnológico o de innovación (D-School, 2018).

El propósito ha consistido en encontrar nuevos caminos en la articulación de la investigación y la gestión del conocimiento realizado en la universidad y los centros especializados con la sociedad en general, en contextos de modelos de triple, cuádruple y quintuple hélice (Carayannis, Barth y Campbell, 2012).

El diseño –o mejor dicho, el planteamiento– centrado en el usuario hace énfasis en el servicio (lo intangible) más que en el producto (lo tangible); propone una participación amplia y variada de la población a la cual se dirige un proyecto de investigación-innovación. Se apuesta por la participación de dichas comunidades de la población como co-creadores del resultado de la investigación, más que como objetos o sujetos de una investigación en la que tienen poco o nada que ver en sus procesos de creación, sistematización, definición de categorías y presentación de resultados finales.

Generar un planteamiento metodológico participativo en la investigación, así como el compromiso de las poblaciones y comunidades a las cuales esta se dirige, genera indudablemente un impacto académico, de gestión de conocimiento y social mucho mayor que una investigación liderada exclusivamente desde la perspectiva clásica de la investigación (Pankina y Zakharova, 2015).

Adicionalmente el uso del método de *design thinking* en la investigación educativa permite acercarnos a los procesos del aprendizaje personalizado. Cada vez más, la educación virtual posibilita personalizar de manera más detallada los procesos de aprendizaje, por medio de la creación de ecologías de aprendizaje (Cope y Kalantzis, 2009; Burbules, 2012; Cope, 2016). En esta vía, el método propuesto trabaja sobre el principio de la empatía a la hora de construir una lectura del mundo y una cadena de

planteamientos personalizados, pensados desde y con las poblaciones que viven la permanente transformación de sus contextos socioculturales y educativos. En el caso específico de la Universidad Santo Tomás, para los docentes-investigadores que necesitan fortalecer y proyectar un concepto de cultura de la investigación o cultura/alfabetización científica.

Metodología

El proyecto fue realizado entre enero de 2017 y junio de 2018. La población seleccionada para su desarrollo estuvo constituida por los docentes-investigadores de la Facultad de Educación de la Universidad Santo Tomás. Participó un total de 75 docentes en la aplicación de instrumentos de recolección de información y actividades. Su participación se realizó en diferentes momentos de acuerdo con las actividades propuestas. Siguiendo el modelo metodológico definido por el grupo Thinkers del British Council en 2015, se organizó en cuatro pasos: mapear, explorar, elaborar y testear (este último paso se proyecta para la segunda fase del proyecto).

Pasos 1 y 2: Mapeo y exploración

La encuesta

Inicialmente se realizó una encuesta de autopercepción de los profesores con respecto a la investigación, los productos de investigación y los elementos motivadores para realizar la gestión de sus productos de investigación, con el propósito de identificar elementos generales de cultura de investigación.

La encuesta se ideó con base en el cuadro de productos de investigación definido por el SCienTI-Col, de Colciencias, una introducción a la gamificación y una introducción a la empatía en la producción científica, mediante el trabajo colaborativo.

La encuesta quedó conformada por 22 preguntas acerca de cinco aspectos de la producción científica de los profesores: 1) los tipos de productos de investigación preferidos por los investigadores; 2) los elementos motivadores determinantes a la hora de realizar sus productos de investigación; 3) el desarrollo de productos de investigación de manera colaborativa; 4) el conocimiento y participación en redes de investigación; y 5) el conocimiento de la gamificación como estrategia en la educación.

Los productos de investigación científica sobre los que se realizó la indagación corresponden a los propuestos por el modelo del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación: 1) generación de nuevo conocimiento; 2) desarrollo tecnológico e innovación; 3) apropiación social del conocimiento; 4) formación de recurso humano.

Actividad: “¿qué hay en tu radar?”

Esta actividad fue utilizada para priorizar en los niveles alto, medio y bajo, cuatro dimensiones en una perspectiva de cultura institucional de investigación, a saber: innovación y creatividad; prospectivas sobre resultados y productos de investigación; desarrollo humano y valores personales; y desarrollo institucional.

Resultados

Identificación de elementos generales de una cultura de investigación entre la población docente

El trabajo realizado permitió identificar una noción baja de la cultura de investigación. Los docentes tienen conciencia de protocolos y productos concretos a desarrollar y producir dentro del mapa de la gestión de productos de investigación planteado por el SCInéTI-Col. De hecho, los resultados de autopercepción sobre las preferencias de productos de los docentes a la hora de producir resultados de investigación confirman la influencia de una estructura gamificada en el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, y que parece responder a una tendencia mundial: la preferencia por los productos de generación de nuevo conocimiento, expresados en artículos, libros y capítulos de libros resultados de investigación. Esta tendencia se puede apreciar en los resultados de la encuesta presentados en la tabla 1.

En los resultados presentados resalta igualmente que tan solo un por ciento de los docentes investigadores genera resultados en la categoría de formación de recursos humanos. Lo anterior plantea dos puntos críticos en la construcción de una noción de cultura científica. En primer lugar, evidencia la ruptura de un circuito de retroalimentación de la producción científica publicada en artículos, libros y capítulos de libros por parte de los docentes investigadores, en su retorno a los programas académicos de la universidad, con base en su uso en cursos, seminarios y demás actividades académicas de la institución. Este hecho genera una

Tabla 1. Percepción de las preferencias de los docentes investigadores a la hora de producir resultados de investigación

Tipología de producto	Preferencia
Generación de nuevo conocimiento	56 %
Desarrollo tecnológico e innovación	32 %
Apropiación social del conocimiento	11 %
Formación de recursos humanos en CTI	1 %

producción estéril en los índices de lectura y citación, así como la ausencia de estrategias de gestión de los investigadores para poner en discusión pública sus productos. En segundo lugar, evidencia la inexistencia de procesos de formación en investigación por medio de la participación de estudiantes en los proyectos de investigación realizados por los docentes, y que estos se traduzcan finalmente en trabajos de grado en los ciclos de grado, maestría y doctorado.

Un aspecto que es importante resaltar como fortaleza para la consolidación de una cultura de la investigación es una tendencia marcada a trabajar de manera colaborativa en los proyectos de investigación, lo que genera visiones ínter y multidisciplinarias de los problemas trabajados y una mayor capacidad de gestión de los resultados y productos de la investigación. Los resultados se aprecian en la tabla 2.

Aunque el porcentaje de endogamia es alto (se tiene un 72% de trabajos de investigación monodisciplinarios), existe una tendencia a trabajar con instituciones educativas del país y del continente (33% y 38% respectivamente), tendencia que se puede fortalecer con estrategias de gestión de la investigación. Para el caso del campo educativo, este dato es muy importante pues la investigación educativa prácticamente surgió y se desarrolla desde enfoques multi e interdisciplinarios con prospectivas altamente transdisciplinarios.

Este aspecto se ratifica con los resultados arrojados por la actividad El Radar, en el ítem de desarrollo humano y valores personales. En El Radar se prioriza la búsqueda del mejoramiento profesional de los docentes, su cualificación con iniciativas más incluyentes como la participación de los investigadores en pruebas piloto del manejo de soluciones tecnológicas que fortalezcan su cultura investigativa o científica, no solo con este proyecto sino con la adquisición de *software* en general que realiza la universidad. El resultado más importante, al que se le asignó la prioridad

Tabla 2. Manifestaciones del trabajo colaborativo en proyectos de investigación

Tipo de trabajo colaborativo	Participación
Mismo departamento dentro de la misma institución	72 %
Diferente departamento dentro de la misma institución	33 %
Otras instituciones educativas de Colombia	38 %
Otras instituciones educativas en Latinoamérica	18 %
Otras instituciones educativas en el mundo	15 %
Otras instituciones no educativas	10 %
Comunidades indígenas	2 %

más alta, estuvo asociado con la generación o fortalecimiento de redes de investigación, para propiciar el desarrollo colaborativo y participativo de productos de investigación dentro de la institución y con otras entidades nacionales e internacionales.

El ejercicio de triangulación de información también permitió visibilizar aspectos por trabajar en la manera cómo perciben los investigadores su gestión y las prácticas que evidencian el alcance real en dichos aspectos. Tal es el caso de la conformación y gestión de redes de investigación. En los resultados de la encuesta, 70% de los docentes manifiesta conocer alguna red de investigación y 30% no conoce ninguna. Frente a la pregunta por las redes de investigación en las cuales participa, 53% manifiesta que ha participado en una red de investigación y 47% responde que no ha participado en ninguna. Los resultados se pueden apreciar en la tabla 3.

Procesos de motivación que impulsen al aprendizaje de una cultura de gestión de la investigación

El segundo aspecto recurrente en las indagaciones acerca de las condiciones que podrían fortalecer una cultura de la investigación entre la población docente, además de los aspectos generales sobre productos, redes y trabajo colaborativo en la investigación mencionados anteriormente, es el componente de motivación como un dispositivo que definitivamente puede impulsar o detener el proceso de fortalecimiento y proyección social de una cultura de investigación en la universidad.

Con respecto a la pregunta ¿qué reconocimiento le gustaría a usted recibir de la institución por el buen desempeño en investigación?, se obtuvo una amplia variedad de respuestas, que se clasificaron en seis categorías (Tabla 4).

1. Social: relacionada con el reconocimiento público del investigador.

Tabla 3. Redes en las que han participado los docentes

Red	Participación
RedColsi	5 %
Redlees	5 %
Red Lenguaje	4 %
Redipe	4 %
Redolac	3 %
Alacip	3 %
Red Internacional Investigativa de Educación Virtual (RIIEV)	3 %

2. Económica: posible bonificación o aumento salarial.
3. Gestión: búsqueda de apoyo institucional para potenciar los trabajos con los que ya se cuenta.
4. Tiempo: asignación de horas dentro de la carga académica exclusivas para seguir desarrollando investigaciones.
5. Formación: solicitud de apoyo institucional para adelantar estudios de posgrado o capacitaciones relacionadas con el fortalecimiento de los temas de desarrollo.
6. Escalafón: incremento de puntos dentro del escalón docente interno.

Es importante tener en cuenta que los aspectos que destacan son el reconocimiento social y el reconocimiento económico (36% y 35% respectivamente).

Este resultado se articula con la definición de prioridades en la actividad de El Radar. El reconocimiento social está íntimamente ligado a la importancia de buscar soluciones creativas que permitan la generación de una mayor diversidad y calidad de los productos de investigación. Para ello, se sugiere la creación de aplicaciones y estrategias disruptivas que permitan la gestión del conocimiento con elementos de juego, retos y rutas para lograr objetivos que motiven y promuevan la construcción de nuevo conocimiento de manera colaborativa.

Paso 3: Creación de la estrategia de gamificación

Actividad: ideación de conceptos con Round Robin

Esta actividad se desarrolló mediante la simulación de roles en grupos de tres participantes. En un primer momento, ejercieron el rol de desarrolladores del diseño y funcionalidad del *software*. En un segundo, se desempeñaron como evaluadores del diseño de la aplicación y, en un tercero, jugaron el papel de defensores de una de las propuestas de desarrollo evaluadas por un grupo

Tabla 4. Factores de reconocimiento por el desempeño en la investigación

Tipo de reconocimiento	Tasa
Social	36%
Económico	35%
Gestión	29%
Tiempo	16%
Formación	13%
Escalafón	9%

diferente del suyo. Este enfoque metodológico integra técnicas de trabajo colaborativo en las que todos proponen, cuestionan y dan soluciones a todas las propuestas de manera colaborativa.

Se plantearon dos preguntas específicas relacionadas con el diseño y la funcionalidad que debería tener una estrategia de *software* con gamificación: ¿cómo debería ser la herramienta perfecta para incentivar la producción de investigación?, y ¿cómo se debería sentir la herramienta perfecta para incentivar la producción de investigación?

La dinámica se desarrolló con grupos pequeños de docentes que actuaban bajo diferentes roles (15 personas en grupos de tres), por medio de *co-working*, en donde todos proponen, cuestionan y dan soluciones colaborativamente a todas las propuestas.

Con relación a la primera pregunta, se identifican aspectos importantes como la necesidad de que sea una herramienta tecnológica, de fácil manejo, divertida y dinámica. Asimismo, se sugiere que sea de acceso fácil y pueda usarse en diversos dispositivos, que presente medios en diferentes formatos (multimedia) y que brinde rutas o caminos a los investigadores, un paso a paso de qué debe hacer para lograr los objetivos y obtener premios por la superación de retos planteados. La tabla 5 resume el trabajo con los grupos.

Con respecto a la segunda pregunta (¿cómo se debería sentir la herramienta perfecta para incentivar la producción de investigación?), se hace énfasis en la necesidad de que esta herramienta sea de fácil manejo, muy intuitiva, gráfica, y que genere placer y motivación en su uso, sin importar el nivel del desempeño y de las habilidades del usuario o del investigador. Finalmente se

Tabla 5. Factores de reconocimiento por el desempeño en la investigación.

Grupo	Propuesta de resolución	Crítica sustentada a la propuesta	Posibles soluciones a la crítica planteada
1	<ul style="list-style-type: none"> • Acceso gratuito. • Público joven y adulto. • Deberían querer usarlo. • Retos al usuario. • Para usar individualmente o en grupo. • Pedagógica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gratuito no se toma en serio. • No limitar el público. • Si es para el tiempo libre, ¿sí se usaría? • Si no es divertido, ¿no serviría? 	<ul style="list-style-type: none"> • Lo gratuito es interesante. • Puede contar con niveles para que sea para todo tipo de público. • Debe contener elementos tan motivadores que enganchen al usuario o utilizarlo en tiempos libres y tiempos obligatorios. • Le cambiaría la palabra “divertido” por “dinámico”, y que el actor principal sea el usuario que obtenga premios por los retos que se le imponen.

Tabla 5. Factores de reconocimiento por el desempeño en la investigación (*continuación*).

Grupo	Propuesta de resolución	Crítica sustentada a la propuesta	Posibles soluciones a la crítica planteada
2	<ul style="list-style-type: none"> • Amigable: de forma que se comprenda sin necesidad de un manual. • Pedagógica: que muestre de manera innovadora retos o niveles de forma creativa para avanzar hacia la meta a la que se desea llegar • Colaborativa: donde se evidencia que es imposible interactuar con otros para lograr los objetivos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pedagógica puede ser aburrida. • Dependencia de servicio en línea, y no siempre se tiene. • No debería haber una meta que cierre la herramienta. • No se habla de costos. • No se conoce el público objetivo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Antes de abandonar el manual, debe darse a conocer muy bien la propuesta. Para ello, los retos o niveles propuestos pueden ayudar a que la herramienta se entienda en su totalidad.
3	<ul style="list-style-type: none"> • Motivacional: ¿por qué es importante investigar?, ¿qué beneficios? y ¿cuáles son los hábitos en los que se puede impactar? • Contextualización: mejores experiencias en investigación. • Paso a paso: ruta de cómo investigar. • Indicadores de calidad para el desarrollo de una investigación. • Ejercicios prácticos para reforzar lo aprendido. • Propuesta que valide los anteriores elementos. • Todo lo anterior debe ser atractivo y dinámico, cero 'ladrilludo'. 	<ul style="list-style-type: none"> • Todo el esquema propuesto es muy adecuado, pero ¿qué hacer para que no sea un 'ladrillo' o 'más de lo mismo'? • Lo dinámico debe ser incluido. 	<ul style="list-style-type: none"> • El factor de automotivación se puede encadenar con un principio de agilidad de la herramienta, como un árbol de ideas o un mapa mental en el que brillen más las ideas y procesos centrales y los secundarios o especializados quedan a discreción del usuario. • La herramienta debe además integrar un componente social y colaborativo para que los procesos no se sientan tan pesados.
4	<ul style="list-style-type: none"> • La herramienta ideal sería una plataforma que ponga a dialogar diferentes soluciones tecnológicas que resalten el componente social de lo humano. • Colaborativa en la producción. • Ágil, sin perder el gusto o la diversión por las actividades. • Multiformato para colocar ideas, y que finalmente vincule un sistema clasificatorio. • Secuencial, con avance hacia otros estados. 	<ul style="list-style-type: none"> • No habla de cómo debería ser la herramienta en aspectos de fondo sino de forma. • En lo colaborativo, ¿cuáles estrategias? • ¿Cómo se genera el gusto por las actividades? • ¿Cuáles serían los puntos clasificatorios, en qué medida y bajo qué parámetros? 	<ul style="list-style-type: none"> • La herramienta podría ser una plataforma social de conocimiento y los usuarios podrían darle los aspectos de fondo. • Las actividades las proponen los usuarios y, como son públicos afines, les encontrarán gusto a las actividades.

Tabla 5. Factores de reconocimiento por el desempeño en la investigación (*continuación*).

Grupo	Propuesta de resolución	Crítica sustentada a la propuesta	Posibles soluciones a la crítica planteada
5	<ul style="list-style-type: none"> • Apuntar a logros en cada etapa de la investigación. • Con sistema de medallas. • Debe facilitar el aprendizaje continuo y virar el cambio investigativo, como en una lógica de avances y retrocesos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Centrarse en logros más que en procesos condiciona al usuario a un pesimismo alto si no consigue el logro, desvalorizando el proceso y el aprendizaje que realizó. • Una medalla es un premio muy limitado. No se habla de los posibles formatos tecnológicos en donde puede estar situada esta idea, pareciera que está centrada en un enfoque individual. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se debería trabajar tanto en procesos como en logros o retos, de esta forma se incentiva el aprendizaje significativo. • Más que una medalla se debería replantear hacia un paso por niveles; de esta forma se evidenciaría el avance que se está desarrollando.

propone que la evolución de la herramienta sea determinada tanto por la experiencia de uso como por las propuestas de resolución de problemas que surjan del usuario. Los resultados se pueden observar en la tabla 6.

La información obtenida permitió abordar el proceso de diseño desde varias perspectivas. En primer lugar, este resultado comenzó a determinar la importancia de establecer un proceso de sensibilización de los investigadores acerca de sus niveles de decisión a la hora de pensar los productos de investigación (autonomía), las estrategias y el sentido de la construcción de redes de investigación (relacionamiento) y especialmente la necesidad de aprender continuamente (competencia), aun cuando ya consideren que han realizado todos los procesos de formación y que tradicionalmente son acreditados con títulos de maestría y doctorado.

Consecuentemente, se definió el eje teórico central del enfoque de motivación sobre la base de la Self Determination Theory (SDT), de tal manera que la interfaz se diseñó sobre tres grandes zonas: 1. Autonomía, 2. Relacionamiento, 3. Competencia. En dicho sentido se desarrolló el ejercicio de programación de la aplicación mediante un diagrama de árbol de decisión radial, que permitía tener una visión clara de tres zonas de actividades relacionadas con las necesidades motivacionales de la SDT, y dentro de cada una de estas zonas encontrar un esquema jerárquico de organización de dichas actividades en la relación actividades-padre, actividades-hijo y actividades-nieto. En la siguiente sección se presentan los detalles del diseño y programación de la aplicación.

Posteriormente, con un grupo pequeño, se procedió a pensar la herramienta denominada “arquetipo” en la estrategia de gamificación de la aplicación. Esta herramienta representa las cualidades

Tabla 6. Factores de reconocimiento por el desempeño en la investigación

Pregunta:		¿Cómo se debería sentir la herramienta perfecta para incentivar la producción de investigación?	
Grupo	Propuesta de resolución	Crítica sustentada a la propuesta	Posibles soluciones a la crítica planteada
1	<ul style="list-style-type: none"> • Visualmente con colores que generen motivación, alegría, entusiasmo. • Para muchos usuarios: idiomas, edades. • Que cautive al usuario. • Instrucciones visuales. • Puntajes o insignias de motivación por los avances. • Píldora de aprendizaje adicional con premio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Quedaría muy infantil con tanto color. • No se podría cambiar de idioma cada vez. • Las actividades parecen ser muy largas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tener en cuenta la teoría del color para el desarrollo de la interfaz de la herramienta. • Planear el tiempo para cada actividad.
2	<ul style="list-style-type: none"> • Sensorial, táctil, fácil de manejar, pero compleja en su contenido epistemológico. • Fácil para principiantes o para expertos. • Digital e interactiva con otras redes de conocimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • No debe restringirse al mundo digital. • Quizás lo táctil no sea un aspecto fácil de explotar en una herramienta de este tipo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se debe contemplar ambas posibilidades; de esta manera se enriquecería el proceso, el manejo y la finalidad que se quiere dar a la herramienta en la cultura de investigación.
3	<ul style="list-style-type: none"> • Multimedia. • Relación entre diferentes formatos. • Promover diseño de escenarios. • Rápida y eficaz, reticular y versátil. • Parte del mundo físico y del mundo digital. 	<ul style="list-style-type: none"> • Es un plan ambicioso. • Es una herramienta y tiene limitaciones de todo tipo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lo importante de esto es precisamente ser ambiciosos y visionar. • Vincular el mundo físico con lo digital es clave para llevar a contexto lo que se está brindando. • Las limitaciones deben verse como un reto.
4	<ul style="list-style-type: none"> • Placer al usarla. • Encontrar amigos y afines. • Desafiante en poner a pensar al investigador. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hacer amigos y poner a pensar. Las redes sociales existen a la fecha, pero o hacen lo uno o hacen lo otro. Propuesta novedosa, pero genera un reto enorme que requiere de un equipo de investigación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Propuesta llamativa; para resolver la crítica, se podría pensar la herramienta de manera colaborativa. • Cada vez están más asociados el pensamiento y el sentir social, asimismo un conjunto de aplicaciones que combinen formas sociales y académicas.
5	<ul style="list-style-type: none"> • Cómoda, agradable visualmente y en su uso. • Fácil acceso y manejo. • Muchos usuarios (idiomas). • Concebida por niveles para lograr objetivos. 	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué es agradable en cuanto al uso? • ¿Qué niveles? Si se logran los objetivos, ¿qué pasa? ¿Cómo es agradable visualmente, qué colores formas, tamaños? 	<ul style="list-style-type: none"> • Es una aplicación intuitiva. • Se supera mediante retos. • El usuario podría crear nuevos escenarios. • Los escenarios, la música, las expresiones del avatar de acuerdo con lo que está pasando y se va desarrollando. • Se pueden retomar partidas para lograr superar el nivel.

científicas y de campo de conocimiento del investigador. Recoge una noción de las habilidades sociales que tiene el investigador para pensar y hacer investigación, así como una noción global de radar asociada a los resultados del Global Risk Report (World Economic Forum, 2018).

La importancia del diseño del arquetipo del investigador en esta perspectiva es que le permite a este pensarse a partir de las grandes problemáticas sociales, vistas desde las tendencias en la actividad científica mundial. La herramienta arquetipo involucra entonces tener una visión local y una perspectiva global.

Desarrollo de la aplicación

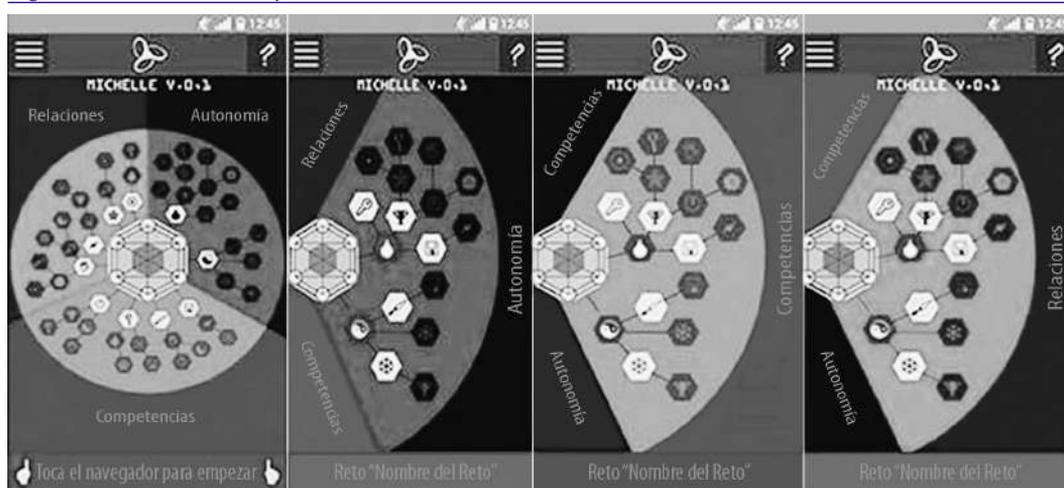
Tipo de estrategia

Se diseñó un prototipo de aplicación para teléfonos móviles, denominada USTA-Ciencia.

Diseño de la interfaz

El diseño de la interfaz de la aplicación se realizó a partir de los principios de la teoría de la *self-determination*, es decir, se deben satisfacer las tres necesidades psicológicas fundamentales para la motivación de un ser humano. Así, en el diseño de la interfaz se utilizó un color diferente para determinar una zona correspondiente con cada campo de necesidades: (1) autonomía (color azul); (2) competencia (color naranja); (3) relacionamiento (color verde). Cada área se asocia con una serie de actividades que se traducen en los productos dentro del cuadro de tipologías del ScienTI-Col (véase la figura 1).

Figura 1. Interfaz de la aplicación USTA-Ciencia.



El equilibrio entre las motivaciones intrínsecas y extrínsecas se fijó como el punto con más alto riesgo en el desarrollo de la estrategia de gamificación. Adicionalmente, se reflexionó sobre el cuidado de no instrumentalizar al sujeto en beneficio de los resultados que se encuentran detrás de todo sistema de puntuación y *ranking* en las organizaciones, incluida la universidad y las entidades gubernamentales (Huotari y Hamari, 2012).

El diseño de un arquetipo de usuario

El arquetipo es una representación geométrica (punto, línea o triángulo) con la cual el usuario se visibiliza en la aplicación de acuerdo con su perfil e intereses en los campos de conocimiento, determinados por el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología de Colombia, y se superpone la identidad que toma el usuario con las grandes problemáticas definidas por el Global Risk Report. La figura 2 muestra el diseño del arquetipo del investigador en la aplicación.

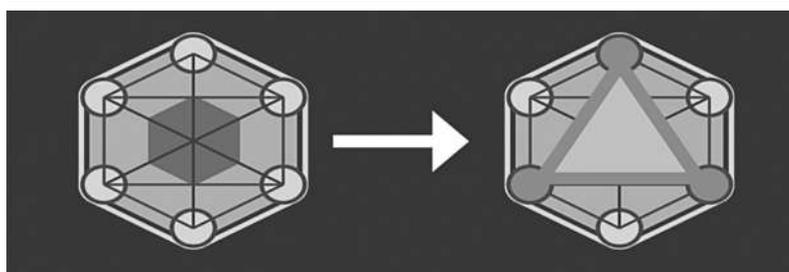
Desarrollo de software

La aplicación fue desarrollada en sistema Unity versión 2018.1.1f1. Para la compilación de la versión para Android, se utilizó Android Studio versión 3.0.1 y el JDK 1.8.0_161. El objeto central de la aplicación *skilltree* fue programado de forma procedimental en su totalidad, de modo que su construcción geométrica, animaciones e interacciones son creadas desde este código.

El objeto *skilltree* es una representación que permite secuenciar un listado de actividades que deben ser realizadas por el usuario. Se caracteriza por tener tres regiones claramente demarcadas que representan una intencionalidad distinta en el tipo de actividades relacionadas. Específicamente es un diagrama de árbol de decisión radial compuesto por varios nodos hexagonales; cada uno representa una actividad.

La primera versión implementada cuenta con tres niveles de jerarquía y contiene 52 nodos. El árbol programado no tiene ninguna restricción en cuanto al número de nodos o de niveles posi-

Figura 2. Arquetipo del investigador en USTA-Ciencia.



ble, lo cual permitirá su adaptación a futuros cambios para incluir nuevas actividades y niveles jerárquicos.

El árbol tiene dos modos visuales bien definidos que se denominaron modo cerrado y modo abierto. El modo abierto es un tipo de *zoom* que le permite al usuario detallar e interactuar mejor con una categoría específica (véase la figura 3).

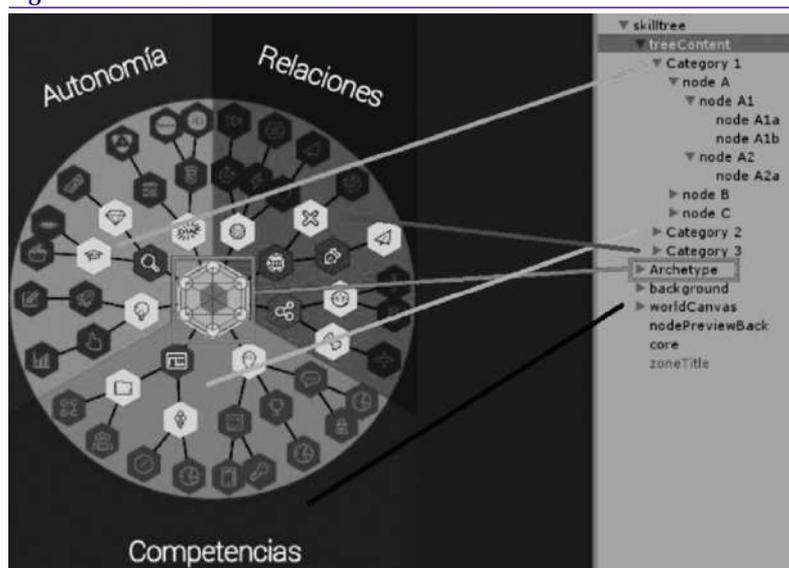
Conclusiones

Los resultados arrojados en esta primera fase permitieron tener en cuenta que, si se apuesta por construir una cultura de investigación, es importante establecer un proceso de concientización de cómo se desarrolla la motivación de los actores involucrados.

El enfoque con que se construyó la noción de motivación tuvo un soporte teórico fundamental en la SDT. Por medio de la aplicación, los docentes investigadores pueden, potencialmente, reflexionar sobre sus niveles de decisión a la hora de pensar los productos de investigación (autonomía), las estrategias y el sentido de la construcción de redes de investigación (relacionamiento), y especialmente la necesidad de aprender continuamente para desplazar sus horizontes de conocimiento (competencia).

Se elaboró un proyecto integrador en cuanto que incursiona en la articulación de dos campos: la gamificación y la investigación. Se pensó entonces la gamificación no solo como actividad de aula, sino en su integración con sistemas complejos: los sistemas de gestión de la investigación en las organizaciones universitarias.

Figura 3. Árbol de actividades USTA-Ciencia.



Con ello se pretende aportar pequeños eslabones en la gran cadena de significación de la cultura de la investigación o cultura científica tanto en la academia como en la sociedad en general.

Se integró el enfoque metodológico *design thinking*. Este uso es relativamente nuevo para la investigación educativa, ya que, aunque hay algunos trabajos al respecto, su incursión es aún bastante reciente en el campo educativo.

Se destacan algunos aspectos del proceso de la elaboración de la estrategia gamificadora en el campo de la cultura científica. Uno de ellos es el diseño y programación de la herramienta denominada “arquetipo”. Con ella se pretendió ubicar al investigador en un contexto local y global de manera simultánea, expresados en su perfil como usuario de la aplicación.

Gracias a la activa participación de los docentes investigadores, se logró el ejercicio de programación de la aplicación en términos de un diagrama de árbol de decisión radial, que contiene tres zonas de actividades relacionadas con las necesidades motivacionales de la SDT y un esquema jerárquico de organización de dichas actividades en tres niveles con prerequisites para el acceso a los diferentes niveles.

Sin embargo, y es importante aclararlo, esta es una primera fase del proyecto y hasta el momento se cuenta solamente con un prototipo Alfa-no funcional de la aplicación. En su segunda fase se procederá al cuarto paso del planteamiento metodológico: el testeó y evaluación de la aplicación y de la estrategia en general.

Se declara que no existe conflicto de intereses respecto a la presente publicación.

Referencias

- Blohm, I., y Leimeister, J. M. (2013). Design of IT-Based Enhancing Services for Motivational Support and Behavioral Change. *Business & Information Systems Engineering*, 5, 275-278. <http://dx.doi.org/10.1007/s12599-013-0273-5>
- Blohm, I., y Leimeister, J. M. (2013). Gamification: Design of IT-based enhancing services for motivational support and behavioral change. *Business and Information Systems Engineering*, 5(4), 275–278. <http://doi.org/10.1007/s12599-013-0273-5>
- Burbules, N. (2012). Ubiquitous Learning and the Future of Teaching. *Encuentros en teoría e historia de la educación*. Vol. 13. Págs. 3-14. DOI <https://doi.org/10.24908/eoe-ese-rse.v13i0.4472>
- Carayannis, E. G., Barth, T., y Campbell, D. (2012). The Quintuple Helix innovation model: global warming as a challenge and driver for innovation. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 1(2), 1-12. doi:10.1186/2192-5372-1-2

- Carlgren, L., Rauth, I., y Elmquist, M. (2016). Framing Design Thinking: The concept in idea and enactment. *Creativity and Innovation Management*, 38-57. doi:10.1111/caim.12153
- Colciencias. (2019). Primer Concurso de Escritura de Ciencia Ficción en torno a temas de ciencia | COLCIENCIAS. Recuperado de https://www.colciencias.gov.co/sala_de_prensa/primer-concurso-escritura-ciencia-ficcion-en-torno-temas-ciencia
- Colciencias. (mayo, 2017). *Colciencias*. Modelo de grupos de investigación desarrollo tecnológico o de innovación, y de reconocimiento de investigadores del Sistema Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación. Recuperado de <https://bit.ly/2iA3Mnc>
- Colciencias. (agosto, 2018,). *Cvlac*. Recuperado de <https://bit.ly/2IYN5OQ>
- Congreso de la República de Colombia. *Ley 30 de diciembre de 1992*. Recuperado de <https://www.mineduacion.gov.co/portal/decadas/85860>
- Cope, B. (2 de febrero, 2016). *Publications of author*. Recuperado de <http://education.illinois.edu/faculty/billcope>
- Cope, W., y Kalantzis, M. (2009). *Ubiquitous Learning. Exploring the anywhere/anytime possibilities for learning in the age of the digital media*. Urbana-Champaign, EE UU: Universidad de Illinois.
- Correia, A., y Kozak, M. (2017). The review process in tourism academia: An elaboration of reviewers extrinsic and intrinsic motivations. *Journal of Hospitality and Tourism Management*, 32, 1-11. doi: 10.1016/j.jhtm.2017.03.007
- British Council Singapore. Design thinking: What it is and how it can benefit your business. Recuperado de <https://www.britishcouncil.sg/about/press/newsletter-articles/corporate-training/what-is-design-thinking-why-important-for-business>
- Fàbregas, R., Grau, A., y Ruiz, S. (2012). Desarrollo de un nuevo sistema de gestión de la investigación universitaria. *Revista Española de Documentación Científica*, 35(3), 481-488. doi: 10.3989/redc.2012.3.852
- Gil Pérez, D., y Macedo, B. (2005). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica?: una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. UNESCO, Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe. Recuperado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000139003>
- Karpov, A. (2015). Formation of the modern concept of research education: From New Age to a knowledge society. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 214, 439-447. doi: 10.1016/J.SBSPRO.2015.11.718
- Kochetkov., D. M. , Larionova, V. A., y Vukovic, D. B. (2017). Entrepreneurial capacity of universities and its impact on regional economic growth. *Ekonomika regiona [Economy of Region]*, 477-488. doi: 10.17059h/2017-2-13
- Litalien, D., Morin, A. J., Gagné, M., Vallerand, R. J., Losier, G. F., y Ryan, R. M. (2017). Evidence of a continuum structure of academic self-determination: A two-study test using a bifactor-ESEM representation of academic motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 51, 67-82. doi: 10.1016/j.cedpsych.2017.06.010
- Nah, F. F.-H., Zeng, Q., Telaprolu, V. R., Ayyappa, A. P., y Eschenbrenner, B. (2014). Gamification of Education: A review of literature. doi: 10.1007/978-3-319-07293-7_39
- Oslo University. *Designing school*. Recuperado de <https://bit.ly/2OXCn9O>
- Pankina, M., y Zakharova, S. (2015). The need for ecologization of design-education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 214, 338-343. doi:10.1016/j.sbspro.2015.11.656
- Presidencia de la República de Colombia. (septiembre, 2003). *Decreto 2566 de septiembre de 2003*. Recuperado de https://www.mineduacion.gov.co/1621/articulos-86425_Archivo_pdf.pdf
- Presidencia de la República de Colombia. (1980). *Decreto 80 de 1980*. Recuperado de https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-102556_archivo_pdf.pdf

- Prusak, L., Snowden, D., y Lambe, P. *Is KM dead?* Recuperado de <https://archive.org/details/Plambe-IsKMDeadLarryPrusakDaveSnowdenPatrickLambe548>
- Ryan, R., y Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 68-78. doi: 10.1037//0003-066X.55.1.68
- Scolari, C. A., Ruiz, X., Maietti, M., Bittanti, M., Lowood, H., Sáez, E., ... Martí Parreño, J. (2013). *Homo Videoludens 2.0. De Pacman a la gamificación. Col·lecció Transmedia XXI. Laboratori de Mitjans Interactius*. doi: 10.1111/j.1467-8535.2011.01259.x
- Shpakova, A., Dorfler, V., y MacBryde, J. (2017). Changing the game: a case for gamifying knowledge management. *World Journal of Science, Technology and Sustainable Development*, 143-154. doi: 10.1108/WJSTSD-01-2017-0002
- Stanford Univeristy. (2018). *Hasso Plattner Institute of Design at Stanford* . Recuperado de <https://dschool.stanford.edu/>
- Tan, J. P.-L., Yang, S., Koh, E., y Jonathan, C. (octubre, 2016). Fostering 21st century literacies through a collaborative critical reading and learning analytics environment. *Proceedings of the Sixth International Conference on Learning Analytics & Knowledge-LAK' 16*, 430-434. doi: 10.1145/2883851.2883965
- Tapscott, D., José, P., y Aguirre, L. L. (s.f.). El ágora en la nube. Recuperado de https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/42733105/El_agora_en_la_nube.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1527124421&Signature=2GB9NCD6O2%2FLARTN35Z9XKFTE54%3D&response-content-disposition=inline%3Bfilename%3DEl_agora_en_la_nube_Haci
- Tóth, Á., y Tóvölgyi, S. (2016). The introduction of gamification: A review paper about the applied gamification in the smartphone applications. *7th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications*. doi: 10.1109/CogInfoCom.2016.7804551
- Universidad Politécnica de Valencia. (2018). *UPV-Innova*. Valencia, España: Autor. Recuperado de <https://bit.ly/2N3fyiZ>
- Universidad Santo Tomás. (2018). *La Universidad*. Recuperado de <https://www.usta.edu.co/index.php/nuestra-institucion-usta/la-universidad/presentacion-usta>
- Universitat Autònoma de Barcelona. (2018). *Investigar: Recursos para la investigación*. Barcelona, España: Autor. Recuperado de <https://bit.ly/2QbiZ9s>
- World Economic Forum. (2018). *The global risks report 2018*. doi: org/978-1-944835-15-6
- Zichermann, G., y Cunningham, C. (2011). *Gamificación by design: impleminting game mechanics in web and mobile apps*. O'reilly Media.

Narrativas audiovisuales sobre resiliencia y educación desde un enfoque edu-comunicativo

María Teresa Rascón Gómez
Florencio Cabello Fernández-Delgado
Universidad de Málaga

Resumen

Este artículo versa sobre el proyecto de innovación educativa Miradas multimedia sobre resiliencia y educación. Este proyecto propone una intervención socio-educativa en pro de la resiliencia de la infancia y juventud en riesgo social de Málaga (España), desde un enfoque edu-comunicativo que analice y reelabore críticamente sus modos de representación audiovisual. Dicha propuesta surge en el contexto del colapso económico desencadenado en 2007 y cuyos estragos en España se ensañan especialmente con la infancia, alcanzando unas cotas sin precedentes de riesgo de pobreza y exclusión social en esta población. Ante a ello, esta iniciativa reunió a docentes y estudiantes de educación, comunicación y psicología, a entidades sociales y a una educadora social con el fin de elaborar cooperativamente una serie de videos multimedia (*spot*, corporativo y *web*) y un cortometraje documental, para dar a conocer y reflexionar sobre los procesos de exclusión social y resiliencia de la infancia malagueña.

Palabras clave

Aprendizaje cooperativo, edu-comunicación, exclusión social, infancia, multimedia, resiliencia.

Audiovisual narratives on resilience and education through an edu-communicative approach

Abstract

This article presents the educational innovation project, Multimedia perspectives on resilience and education. This project proposes a socio-educational intervention in favor of the resilience of children and youth in vulnerable situations in Malaga (Spain), through an edu-communicative approach that analyzes and critically reformulates its methods of audiovisual representation. This proposal emerged from the context of the economic crisis that began in 2007, the consequences of which are particularly harmful for children in Spain, with unprecedented rates of risks of poverty and social exclusion in this sector of the population. Faced with this problem, this initiative brought together instructors and students of education, communications and psychology, along with social entities and a social educator in order to cooperatively create a series of multimedia videos (spots, corporative and web-based), as well as a documentary short film, in order to disseminate and reflect on the processes of social exclusion and the resilience of children in Malaga.

Keywords

Childhood, cooperative learning, edu-communication, multimedia, resilience, social exclusion.

Recibido: 25/07/2018

Aceptado: 06/02/2019

Introducción

El colapso financiero desencadenado en 2007 sitúa a España como un país en acelerado empobrecimiento y con tasas de desigualdad sin apenas parangón en la Unión Europea (FOESSA, 2016a). Unas tasas que resultan aún más graves si descendemos en la escala regional y local.

De este modo, nos situamos en un país (España), una comunidad autónoma (Andalucía) y una provincia (Málaga) que presentan tasas de desempleo de 16.55%, 24.43% y 20.07%, respectivamente. En el caso de los menores de 25 años estas tasas ascienden a 44.07% en España y 47.88% en Andalucía (INE, 2018).

En cuanto a la llamada tasa AROPE (At Risk of Poverty or Social Exclusion), encargada de medir la población en riesgo de pobreza o exclusión social, Andalucía se sitúa como líder (35.4%), rebasando con creces la media nacional, que se ubica en 22.3% (INE, 2017). Esta tendencia se ensaña especialmente con la infancia (con una tasa AROPE nacional de 31.7%) y la juventud (37.6%), sobre las que se cierne la doble amenaza de la transmisión intergeneracional de la pobreza y de la cronificación de la exclusión (FOESSA, 2016b).

Frente a estas dinámicas de desposesión y desigualdad agudas, consideramos imprescindible desplegar enfoques que acometan intervenciones integrales acordes con la multifactorialidad que caracteriza las situaciones de pobreza y exclusión social, y que apuesten por el trabajo en red entre las instituciones públicas y las entidades del tercer sector (ONG, asociaciones, fundaciones sin ánimo de lucro...). Para ello, estimamos relevante la identificación, el estudio y la ulterior difusión de modelos de intervención con la infancia y la juventud en riesgo social, que conjuguen compromiso social, rigor en la concepción y evaluación, así como en la capacidad de innovación y experimentación. En este proceso resulta crucial que los sujetos y grupos afectados mantengan un protagonismo destacado que revele sus factores de protección personales y socioculturales, con vistas a reconocer y estimular sus potencialidades de (auto)transformación y *resiliencia*, entendida esta como “un proceso dinámico, constructivo, de origen interactivo, sociocultural que conduce a la optimización de los recursos humanos y permite sobreponerse a las situaciones adversas” (Kotliarenco y Cáceres, 2011, p. 1). Al mismo tiempo, buscamos acercar a los sectores más excluidos nuevas formas de creación, gestión y acceso a la información, que disminuyan las diferencias entre los “info-ricos e info-pobres” (Gutiérrez, 2003, p. 14).

Esta es la labor que desde 2013 venimos abordando los integrantes del Grupo de Investigación RIEDU (Resiliencia, Inclusión y Educación) de la Universidad de Málaga (UMA), en el marco del proyecto de investigación de excelencia de la Junta de Andalucía, “Trabajo en red y atención socioeducativa para la promoción de

la resiliencia de la infancia en riesgo de exclusión social”. Un estudio a partir del cual surgieron las claves teóricas que, posteriormente, habrían de dar lugar al proyecto de innovación educativa (PIE), “Miradas multimedia sobre resiliencia y educación”, sobre el que versa el presente artículo.

En un intento por llevar la interdisciplinariedad al estudio de la educación mediática, tal y como proponen Gozávez y Contreras (2014), presentamos una iniciativa –llevada a cabo por un equipo de nueve docentes de educación, comunicación y psicología y una educadora social– para propiciar que los estudiantes de educación y comunicación conocieran y reflexionaran sobre los procesos de exclusión social y de resiliencia de la infancia y juventud malagueñas para, ulteriormente, elaborar sus propias narraciones multimedia, desde un enfoque pedagógico y comunicacional, que permitiera a los protagonistas ser los verdaderos interlocutores (Kaplún, 1997).

El enfoque teórico de la edu-comunicación

A partir de estos mimbres, nuestra concepción de este experimento docente se enmarca en el campo de la “edu-comunicación” (Kaplún, 1997; Matilla, 2002; Prieto, 2017), término que preferimos a otros, como “alfabetización mediática”, por el inequívoco acento dialéctico, dialógico y democratizador que pone en la imbricación entre educación y comunicación. Así, determinadas concepciones de la *media literacy* adoptan un enfoque economicista, orientado a la instrucción en unos medios supuestamente neutrales (Aparici, 2010), o abrazan sin más un paradigma de “sonambulismo tecnológico y amnesia educativa” (Cabello y Rascón, 2015). Por otro lado, términos como “educación para la comunicación” y “comunicación para la educación” entrañan el riesgo reduccionista de “escolarizar la comunicación” o “tecnificar la educación” (Oliveira, 2010). En contraste, la edu-comunicación parte de un enfoque centrado en las personas en lugar de los dispositivos tecnológicos (Mateus y Quiroz, 2017), y remite a la tradición de la pedagogía de la liberación y de la pedagogía de la comunicación, auspiciada desde los años setenta por Freire (1985) y su “modelo educativo bancario”; por Kaplún (1997), Prieto (2017) y Gutiérrez (2003). Incluso podríamos decir que se apropia de la pedagogía democrática y socialmente comprometida de Freinet (1977), y de las teorías de McLuhan (1967) sobre la comunicación.

De este modo, frente a modelos de educación/comunicación vinculados a lo que Kaplún (cit., en Barranquero, 2009) denomina ya sea “pedagogía transmisora”, o bien “pedagogía persuasivo-conductista”, encontramos la defensa de una “pedagogía problematizadora” como impulsora de la reflexión y acción autónomas de los educandos (Rocha, 2015). Una pedagogía basada en

un modelo de comunicación participativo (Kaplún, 1985), y promotora de una ciudadanía más activa y crítica (Aguaded, 2013). Se trata de un marco de interacción “que apuesta por el grupo y su capacidad autogestora” (Kaplún, 2010, p. 55). Según Barranquero (2007, p. 117):

La auténtica comunicación es [...] según este modelo, dialéctica [y] de este modo genera ‘concientización’ en el doble sentido político-pedagógico freireano, como conocimiento (o descubrimiento de la razón de las cosas) y como conciencia (de sí, del otro, de la realidad).

A partir de estos fundamentos, la edu-comunicación

ofrece los instrumentos para comprender la producción social de comunicación, saber valorar cómo funcionan las estructuras de poder, cuáles son las técnicas y los elementos expresivos que los medios manejan y poder apreciar los mensajes con suficiente distanciamiento crítico, minimizando los riesgos de manipulación (García, 2010, pp. 151-152).

Para completar este sucinto repaso conceptual concluimos mencionando la riqueza de matices que añade Barranquero (2007) en su genealogía y definición de la edu-comunicación para el cambio social. De este modo, partiendo de un recorrido histórico que bebe de Freire y de una escuela comunicativa crítica, que habría de forjar el paradigma de la “comunicación para el cambio social” en Latinoamérica (Gray-Felder y Deane, 1999), Barranquero (2007) proporciona siete claves para planificar iniciativas de este tipo, que dibujan las coordenadas básicas en las que se mueve nuestro PIE.

Lo primero es la primacía del “proceso de transformación colectiva”, por encima de los productos mediáticos que emanen de él. En segundo lugar, destaca la importancia de que los actores implicados en tal proceso acaben apropiándose del mismo, haciéndolo suyo. En tercer lugar, hace hincapié en la necesaria “pertinencia cultural” de las acciones que se planteen, con el fin de atender a las particularidades culturales y lingüísticas de cada comunidad. A continuación, las características cuarta y quinta van emparentadas, pues si bien se enfatiza el interés de intervenciones apegadas al terreno que generen una participación distribuida en lo local, no se pierde de vista la necesidad de un trabajo en red que permita vincular entre sí experiencias similares desplegadas en contextos diversos. En cuanto a la selección de medios tecnológicos, se apuesta siempre por su adecuación al contexto, y se rechaza que acaben convertidos en fines en sí mismos. Para finalizar, Barranquero (2007) subraya que es imprescindible que las acciones contemplen metas a medio y largo plazo, que posi-

biliten una auténtica apropiación de los procesos y una transformación duradera de las condiciones de vida de las comunidades.

Material y métodos

Objetivos

Con este proyecto hemos pretendido alcanzar dos objetivos generales:

1. Contribuir a la aproximación crítica de nuestro alumnado a los procesos de exclusión social de la infancia y juventud malagueñas, así como a las iniciativas socio-educativas que promueven su resiliencia, incluyendo el modo en que vienen mediadas por sus representaciones audiovisuales.
2. Fomentar la divulgación de dichos procesos e iniciativas entre la comunidad universitaria y la ciudadanía, partiendo siempre del entorno más próximo pero con vocación de trascender a otras universidades y localidades.

Más específicamente, aspiramos a que nuestro alumnado identifique en su entorno y difunda más ampliamente prácticas e iniciativas socio-educativas de trabajo en red, en pro de la resiliencia de la infancia y juventud en riesgo social; a que adquiera un compromiso ético con sus sujetos de estudio/intervención, con especial acento en el análisis crítico de la construcción mediática de las figuras y los entornos de exclusión social; y, finalmente, a que devuelva a las comunidades afectadas el material elaborado, además de propiciar su difusión amplia mediante su archivo en repositorios de video públicamente accesibles.

Enfoque metodológico

A partir de las premisas edu-comunicativas señaladas, y con el referente cercano de la agencia de comunicación solidaria Com-solidar, creada por el profesor Marcial García en la UMA (Olmedo y Ruiz, 2013), este proyecto planteó, para los cursos académicos 2015/2016 y 2016/2017, una experiencia de aprendizaje cooperativo basada en proyectos a caballo entre la educación social y la comunicación audiovisual, buscando la descentralización de las relaciones entre conocimiento y poder, de las que habla Barranquero (2011). Respecto al aprendizaje cooperativo, nos remitimos a la clásica definición del mismo como “el uso en educación de grupos pequeños en los que los alumnos trabajan juntos para mejorar su propio aprendizaje y el de los demás” (Johnson y Johnson, 1999, p. 20). En nuestro caso, la tarea propuesta al

alumnado consistió en la concepción, producción y difusión/devolución de un proyecto multimedia compuesto por un video-reportaje de aproximadamente 3 minutos, un *spot* publicitario de unos 30 segundos y un video de difusión *web* de 10 a 15 segundos (a modo de *teaser*); todo ello en torno a un proyecto de intervención socio-educativa sobre infancia y juventud en riesgo social de la provincia de Málaga.

Esta doble dimensión de realización multimedia y aprendizaje-servicio (APS), entendido este último como “una propuesta educativa que combina procesos de aprendizaje y de servicio a la comunidad en un solo proyecto bien articulado, en el cual los participantes se forman al implicarse en necesidades reales del entorno con la finalidad de mejorarlo” (Batlle, 2010, p. 66), obedece a la heterogénea composición de los 268 estudiantes que han participado en esta iniciativa. Dicho alumnado estaba matriculado en las asignaturas implicadas en el PIE, dos de la Facultad de Educación (Juventud en riesgo social y La educación social ante la exclusión y la marginación e infancia), y otras dos de la Facultad de Comunicación (Realización de videos multimedia y Realización documental).

Análisis y resultados

El desarrollo del PIE arranca en el primer semestre con una *fase de aproximación* a comunidades de Málaga con problemas de exclusión social, en lo que concebimos como una oportunidad de practicar la prealimentación de la que habla Kaplún (1998) cuando afirma que:

Si se desea comenzar un real proceso de comunicación, el primer paso debiera consistir en poner al destinatario, no sólo al final del esquema, sino también al principio, originando los mensajes, inspirándolos, como fuente de pre-alimentación. [...] La verdadera comunicación no comienza hablando sino escuchando (p. 79).

En coherencia con ello, a lo largo de esos dos cursos fuimos pudiendo un proceso de negociación vinculado a las expectativas, necesidades y deseos respecto de las piezas multimedia que se proponen a los distintos colectivos. De ahí surgió un documento para cada entidad que contenía los compromisos y exigencias mutuos entre todas las partes.

La segunda fase comenzaba ya en el segundo cuatrimestre y se correspondía con la organización de grupos interdisciplinarios de estudiantes de educación y comunicación, así como la asignación de un proyecto a cada uno de ellos. De este modo, desde el principio propiciamos la creación de equipos interdisciplinarios

de estudiantes de educación y comunicación, asumiendo los cinco elementos esenciales que destacan Johnson y Johnson (1999):

1. La interdependencia positiva de objetivos, que venía propiciada porque las obras audiovisuales de los estudiantes de Comunicación se orientaban a un caso de estudio real y, a su vez, dotaban de mayor proyección a las intervenciones del alumnado de educación social.
2. El fomento de la responsabilidad individual y personal, que, aunque en general ha funcionado bien, no ha estado exenta de roces y desajustes organizativos en algunos casos, demostrando en última instancia los beneficios de actividades que implican el compromiso del alumnado en su dimensión académica y social.
3. En cuanto al uso de habilidades interpersonales en pequeños grupos y la interacción promotora cara a cara entre nuestros estudiantes, los hemos facilitado organizando dos eventos conjuntos al inicio del semestre y una tutorización continua.

De este modo, la primera cita clave fue un acto de presentación del proyecto, donde reunimos a 130 alumnos de las distintas titulaciones para explicarles nuestra propuesta y propiciar que se conocieran. Asimismo, en el curso 2015-2016 aprovechamos la organización de una presentación de tres experiencias socioeducativas de trabajo en red en Málaga, para reunir por primera vez a nuestros estudiantes. Ese día pudimos aproximarnos a entidades y vecinos de distintos barrios malagueños donde se dan situaciones de exclusión social de la infancia. Además, este evento permitió que el alumnado visualizara un modelo del trabajo que se le encargaba con el estreno del video-reportaje institucional sobre el programa Asperones Avanza,¹ en el que participaron dos de los docentes del proyecto. En el curso 2016-2017, volvimos a reunir a todo el alumnado, y le proyectamos un video resumen con los frutos del proyecto del curso anterior, para pasar posteriormente a desarrollar dinámicas de cohesión con el fin de que se conocieran los estudiantes de las diferentes titulaciones.

Tras esta primera cita, se asignó a cada grupo una entidad o colectivo social para el que desarrollar la narración multimedia propuesta. Parte de esta *segunda fase* consistió en negociar con las entidades ya asignadas, para ajustar la relación con nuestros estudiantes o directamente buscar nuevos proyectos; tras lo cual cerramos esta etapa con la asignación definitiva de los grupos e iniciativas.

1 Véase: <https://www.youtube.com/watch?v=nDxURMwCbk8>

Finalmente, y como ya apuntamos arriba, la interacción promotora cara a cara se reforzó reuniendo una hora por semana a los estudiantes de educación social, publicidad y relaciones públicas en dos aulas, con el fin de que pudieran coordinarse semanalmente, bajo la supervisión de sus docentes y del coordinador del PIE.

4. En cuanto al procesamiento grupal, supone un reto evaluar procesos y productos que combinan lo educativo y lo narrativo-audiovisual; reto abordado en dos momentos: el visionado previo a la entrega y, sobre todo, la sesión de devolución final con la presencia de las propias entidades colaboradoras.

A partir de aquí, se acometió una tercera fase, enfocada ya de lleno a la producción, grabación y edición de los videos. Para articular esta fase de evaluación de procesos y productos de naturaleza híbrida, por parte de instancias tanto académicas (no solo la evaluación docente, sino también la intragrupal) como externas (la evaluación de las entidades involucradas), este PIE contemplaba dos actividades finales. Por un lado, se organizó un visionado conjunto en clase de los montajes iniciales, para que el equipo docente ofreciera su pre-evaluación a los grupos mixtos de estudiantes, ofreciéndoles sugerencias, correcciones y valoraciones sobre el proceso de trabajo y sobre los frutos audiovisuales del mismo. Por otro lado, y como colofón de dicho preestreno, se les encargó a los estudiantes preparar la entrega, recabar de las entidades colaboradoras su evaluación y permiso para exhibir los videos (mediante plantillas suministradas para tal efecto) y, por supuesto, invitarlas a la culminación del proyecto: la proyección pública de todos los videos autorizados en las instalaciones de la universidad.

La relevancia de esta proyección final se fundamenta en que ella supone la devolución de los frutos del PIE a las entidades por parte del equipo de docentes y estudiantes implicados. Así, el Contenedor Cultural de la UMA se llenó de vecinos, participantes de proyectos y habitantes de distintos barrios de Málaga (más de cien personas en cada sesión); este acto supuso para muchos la primera vez que pisaban la Universidad de Málaga. Con ellos, compartimos una proyección de todos los videos, a la que siguió un pequeño coloquio, en el que tomaron la palabra desde estudiantes y docentes de la UMA, hasta el director del Colegio María de la O del barrio de Los Asperones, así como personas con discapacidad de la Asociación de Vida Independiente, el fundador de la asociación Gym Rocky Espartanos, y varios residentes de la Casa Hogar La Colonia. Como colofón, ambas sesiones acabaron con sendas meriendas en los jardines del Contenedor Cultural, donde pudimos continuar la discusión sobre los videos e incluso proyectar futuras colaboraciones.

Discusión y conclusiones

Asumiendo que el proceso pedagógico de aprendizaje cooperativo por proyectos –descrito en el apartado anterior– es para nosotros fundamental, detallamos aquí los principales resultados de este proyecto.

En primer lugar, cabe subrayar que a lo largo de estos dos cursos académicos nuestros 268 estudiantes han realizado 77 piezas audiovisuales, para 27 entidades de la provincia de Málaga, entre las que se incluye un corto documental sobre el barrio de Los Asperones.

En este sentido, se han realizado producciones multimedia de entidades como: Cruz Roja (asociación que se ocupa de colectivos vulnerables); Málaga Acoge (asociación que trabaja con inmigrantes); Transhuellas/Ojalá (sobre transexualidad); la Asociación de Vida Independiente, el proyecto de integración de discapacidad auditiva del Colegio La Asunción, la Casa Hogar La Colonia-FAISE y la Compañía Teatral Arribadown (todos ellos enfocados al trabajo con personas con discapacidad física y psíquica); la Asociación Japoo, de Benalmádena (conformada por vendedores ambulantes senegaleses); la Asociación Trencadís Romí de Los Asperones; el CEIP María de la O (único colegio del barrio) y su proyecto 7Arts; la Asociación Gym Rocky Espartanos (enfocada al trabajo de personas sin hogar); el Centro de Protección de Menores de Málaga; la Fundación Proyecto Solidario por la Infancia (Infancia); el Colegio Las Misioneras (perteneciente a otro barrio malagueño marginado, como es el caso de Palma-Palmilla); la Asociación Mujer Emancipada e Incide Mujeres (ambas asociaciones dedicadas al trabajo con mujeres en riesgo de exclusión social); la Mesa de Trabajo Comunitario de La Corta (otro barrio marginado de la ciudad de Málaga); la Asociación Trans-Carretera de Cádiz (que trabaja distintos proyectos con menores en riesgo de exclusión social y con centros educativos de la provincia); la Casa Hogar La Buena Vida, de La Palmilla (un centro social que trata de mejorar la calidad de vida de los vecinos de este barrio marginado); y la Granja El Pato (un centro de innovación educativa perteneciente a la Fundación Espacio sin Exclusión).

Todas estas piezas tratan de acercar a la sociedad las problemáticas de distintos colectivos vulnerables que sufren exclusión social (como es el caso de los vecinos de Los Asperones, un barrio marginado de mayoritariamente gitanos; del colectivo de gays y transexuales; de personas que sufren discapacidad física y psíquica; de migrantes; de mujeres y menores en riesgo social; de personas sin hogar; etc.). Asimismo, como puede observarse en los videos publicados,² se trata de difundir la importante labor

2 Pueden verse las piezas autorizadas en https://www.youtube.com/channel/UCD_VuhNj6oAhjhHLrjn6rnw/videos?shelf_id=1&sort=dd&view=0

que desarrollan las entidades colaboradoras en el proceso de resiliencia e inclusión de estos colectivos y, por ende, en la mejora de su calidad de vida.

Otros resultados de este proyecto que dan cumplimiento a nuestras aspiraciones de difusión más allá de nuestras aulas, son los artículos de prensa y las producciones académicas que ha dado lugar. Respecto a la repercusión mediática, el diario malagueño *SUR* ha publicado dos noticias sobre los proyectos desarrollados con el CEIP María de la O del barrio de Los Asperones. La primera sobre la colaboración de la Asociación Trencadís Romí, de Los Asperones, con la Delegación de Igualdad de la UMA (González, 2016), impulsada por uno de los docentes participantes en el proyecto, y reflejada en un video realizado por nuestras estudiantes, sobre el proceso de construcción de un mural destinado a conmemorar el cuadragésimo aniversario de la escuela infantil de nuestra Universidad. La segunda noticia publicada (Gutiérrez, 2017) versó sobre el proyecto 7Arts, desarrollado en el CEIP María de la O. Dicho proyecto ha trabajado el proceso de aprendizaje, a partir de distintas disciplinas artísticas, contando para ello con la colaboración de la conocida pintora gitana Lita Cabellut. Esta experiencia fue documentada por otro de nuestros grupos de trabajo, en una serie de tres videos especialmente destacados.³

En cuanto a la difusión académica, los resultados de este PIE (y algunos de sus videos) se han presentado en diversos foros nacionales e internacionales: el 15 de septiembre de 2016, en el Congreso Internacional de Pedagogía Social, celebrado en Girona, mediante una comunicación (Rascón, Alvarado y Cabello, 2016), que sirvió de base para un artículo enviado posteriormente a la Revista Iberoamericana de Educación Superior, y que será publicado en breve; el 29 de septiembre de 2017, en la Noche Europea de los Investigadores, tras la invitación enviada para ello al Grupo RIEDU; el 2 de febrero de 2018, en el Congreso Internacional ECREA-OSC'2018; el 8 de febrero de 2018, en las IV Jornadas de Innovación Educativa de la UMA (Cabello y Rascón, 2018); y finalmente, tal y como ya hicimos con nuestro anterior proyecto (Rascón y Cabello, 2015), el 11 de diciembre de 2017 se presentaron los resultados finales del actual PIE en el IV Congreso Internacional de Innovación Educativa, organizado en México por el TEC de Monterrey (Rascón, Alvarado y Cabello, 2017).

Sobre la base de estos resultados, apuntamos algunas de las conclusiones que nos han deparado estos dos cursos de trabajo. Para empezar, el acento en la dimensión edu-comunicativa de nuestro proyecto entrañaba una apuesta por desencadenar procesos de transformación social, y por introducir metodologías

3 Véase: <https://www.youtube.com/watch?v=hlelwYFPfUU>; <https://www.youtube.com/watch?v=g5LsDrD3JOc>; <https://www.youtube.com/watch?v=WL5gUfjj538>

innovadoras en el aula que favorecieran el desarrollo de habilidades vinculadas a la comunicación y a la libre expresión (Trilla y García, 2010). En este sentido, hemos de reconocer que tanto la evaluación continua en clase, como la evaluación final y la de las asociaciones y colectivos implicados, nos alientan a pensar que hemos cumplido este reto. Así, no han faltado testimonios de estudiantes, que inicialmente confesaban su nerviosismo por acudir a determinados barrios marginados o centros asociativos de la ciudad, que han acabado bien integrados con sus habitantes y las asociaciones que los atienden. A continuación, mostramos algunos de los relatos que nuestros alumnos hacen de esta experiencia:

A1: El proyecto para mí la verdad es que ha sido muy gratificante, porque ya no solo estás aprendiendo, sino que encima tenemos la oportunidad de ayudar a otras personas de una forma u otra, y de conocer sus experiencias [...], y te hace un poco más humilde, te hace ver la realidad tal y como es. La verdad es que estoy muy contento.

A2: En la “Casa” [refiriéndose a una de las entidades], cuando trabajamos con personas con problemas graves de salud mental pues... la verdad es que estoy aprendiendo mucho. De entrada, todo lo que hice fue repensarme todo, ¿no?, repensarme todas las ideas que yo tenía acerca de ellos, y realmente darme cuenta en uno o dos días de que [...] todos tenemos problemas. Unos tenemos unos problemas, y otros [tienen] otros. Unos están muy estigmatizados, muy estereotipados, con una connotación negativa muy chungu, pero al final [...] hablas con ellos y son como tú y como yo, a lo mejor en circunstancias un poco negativas que todos realmente en algún momento de la vida podemos pasar, y estamos expuestos a eso. O sea, que estoy muy contenta, la verdad, de haberme acercado a este colectivo.

A3: A ver, que son personas que hay que tratarlas con mucha delicadeza, y que si las tratas con respeto y con cariño, dan muchísimo de ellas. Y las cosas que hemos grabado con ellos, la verdad es que se han prestado a todo, son súper amables, tanto los que viven allí como los que trabajan allí, que es de agradecer, la verdad, porque nosotras íbamos con otra idea completamente diferente a lo que luego nos hemos encontrado allí realmente.

A4: Cuando empiezo a unir la teoría con la práctica, para mí es espectacular.

A5: Personalmente, cuando me pregunto qué mundo queremos, qué mundo necesitamos, al fin y al cabo la respuesta está en un mundo más acogedor, más inclusivo, donde todas las

personas tengan su espacio, y donde se valoren las diferencias y la diversidad. Un mundo en el que quepan muchos mundos, todos los mundos posibles, y estar aquí significa compartir ese momento y ese “posible”, y hacerlo más real.

Un adolescente vecino de Los Asperones apuntaba sobre el proyecto: “Es como mostrarles un camino más fácil para que los niños se convenzan más sobre cómo salir hacia adelante, cómo sacarlos hacia adelante”.

Adicionalmente hemos percibido que determinados colectivos que manifestaban muchas reservas para ser grabados o participar en la realización de anuncios o reportajes sobre su vida y su trabajo han modificado sus prejuicios y han percibido en nuestros estudiantes aquella “empatía”, que es clave para la educación comunicativa, y que Kaplún (1998) define como: “la capacidad de ponernos en la piel del otro, de sentir como él, de pensar como él, de ‘sintonizar’, de ponernos en su misma ‘onda’” (p. 99). Ello no resta, por supuesto, para que haya habido dos organizaciones que no quedaron contentas con los resultados y no dieron permiso para su difusión; así como otra nos requirió que difuminásemos las caras de los participantes para garantizar su anonimato.

En los mejores casos, hemos podido comprobar que las relaciones entabladas durante el curso se han prolongado una vez acabado este; sobre todo en el caso de trabajo con jóvenes con edades similares a las de nuestros estudiantes universitarios. Esto nos lleva a pensar que hemos contribuido a promover una de las premisas del aprendizaje-servicio, que entiende la ayuda mutua como “un mecanismo de progreso personal, económico y social” (Puig-Rovira, 2009, p. 10). En los peores casos –y aquí nos referimos sobre todo al tiroteo acaecido en Los Asperones, el 2 de febrero de 2017, que finalizó con una víctima mortal, distintos conflictos y posteriores desplazamientos de algunos de los vecinos del barrio– creemos que hemos sido capaces de aportar nuestro granito de arena, a partir del trabajo desarrollado por algunos de nuestros colaboradores (maestros del CEIP y educadores sociales), que trabajan en el barrio y se vieron duramente golpeados por estos sucesos.

De este modo, tanto el equipo de docentes como nuestros estudiantes, no han dejado de arrimar el hombro para proseguir la labor de difusión de dinámicas socio-educativas que impidan una estigmatización aún mayor del barrio (todo ello da aún más relevancia a nuestra participación en la noticia del diario *SUR*, de marzo de 2017). En este último sentido, nos gusta pensar que las dinámicas de resiliencia que buscábamos identificar y promover han revertido también en el equipo docente, cuando este se enfrentaba a adversidades como las expuestas. Junto a ello, destacamos lo mucho que hemos aprendido de las experiencias vividas, incluyendo una siempre saludable revisión de los estereotipos

sobre determinados colectivos marginados (personas con discapacidad, mujeres que sufren maltratos, transexuales, manteros o simplemente los vecinos de un barrio conflictivo, que montan un gimnasio y reparten comida con el nombre de Espartanos y con profusión de banderas españolas), que difícilmente nos habríamos planteado de otro modo.

Por lo que concierne al proceso de aprendizaje cooperativo, consideramos que es preciso afinar aún más lo relativo a la interdependencia positiva de objetivos. Si bien su formulación básica quedó clara, percibimos que quizá resultara necesario que explicáramos mejor a nuestros estudiantes las competencias específicas, así como la naturaleza y temporalidad de las tareas de educación social y realización audiovisual, para así evitar confusiones y atribuciones erróneas de responsabilidades que en ocasiones dificultaron la coordinación. Por decirlo sintéticamente, necesitamos subrayar que los educadores sociales se basan en el tacto y los comunicadores en productos tangibles, y que aquellos trabajan a fuego lento, mientras que estos persiguen los chispazos de la creatividad. En suma, asumimos la tensión entre la voluntad de transformación social y la vocación divulgativa de uno y otro campo, pero estamos convencidos de que una mejor labor pedagógica sobre edu-comunicación redundaría en una mejor percepción de los estudiantes del mutuo beneficio de su colaboración, pese a las concesiones que lleva aparejadas.

Por lo demás, del mencionado proceso destacamos la relevancia de la fase de prealimentación, para partir siempre de la acción de escuchar a los colectivos afectados, así como la riqueza de un procesamiento grupal, que ha involucrado a lo largo de todo el proceso las perspectivas de estudiantes, tutores, docentes y entidades en una colaboración mutuamente beneficiosa.

En cuanto a los productos audiovisuales generados, estimamos muy meritorias tanto la ya mencionada diversidad de los 27 colectivo como su resiliencia, pese a las situaciones de exclusión, abordadas con nuestros estudiantes. Así, todos ellos nos han confrontado con procesos de marginación bastante duros en la provincia de Málaga, pero también nos han permitido asomarnos a las luchas de colectivos con una trayectoria asentada y un horizonte de desarrollo, que posibilita plantearse los objetivos a medio y largo plazo para aspirar al “cambio prolongado y sostenible”, que defiende Barranquero (2007, p. 118). Igualmente, destacamos el excelente nivel general de las obras producidas, por su contenido, su creatividad y calidad estética y técnica, con algunos videos de factura auténticamente profesional. Además, esta valoración ha sido compartida en buena medida por los colectivos involucrados, cuyas experiencias previas con la publicidad eran muy limitadas y habitualmente *amateur*.

En definitiva, estimamos notable el cumplimiento de nuestros objetivos de propiciar un acercamiento de nuestro alumnado a las

situaciones de exclusión social de la infancia y juventud de Málaga, así como un involucramiento en los procesos socio-educativos que la combaten. Asimismo, deseamos que esta experiencia localizada alcance resonancia en otros colectivos y territorios con problemas e iniciativas similares, con el fin de contribuir a una comunicación participativa, alternativa y popular (Martín-Barbero, 1981), capaz de generar alternativas al “modelo hegemónico del mercado y de la comunicación” (Martín-Barbero, 2009, p. 184). Así, como apuntan Frau-Meigs y Torrent (2009), “el creciente consenso mundial sobre la educación en medios implica un cambio de escala de modo que las prácticas aisladas en clase pasen a ser generalizadas en el desarrollo curricular nacional” (p. 14).

Concluimos destacando cómo, gracias a la asistencia al CIEE’2017 (celebrado en Monterrey, México), pudimos conocer a Adriana Palma, quien nos ofreció la posibilidad de difundir nuestro proyecto en el marco del Pacto de América Latina por la Educación con Calidad Humana (PALECH), que aglutina a entidades educativas y universidades de 25 países de América (incluidas tres universidades españolas). He aquí nuestra próxima prioridad para cumplir aquel propósito edu-comunicativo de trascender lo local, mediante el trabajo en red con iniciativas similares y de comunicar el conocimiento, tal y como defiende Kaplún (1992).

Se declara que no existe conflicto de intereses respecto a la presente publicación.

Referencias

- Aguaded, I. (2013). El programa “Media” de la Comisión Europea: Apoyo internacional a la educación en medios. *Comunicar*, 40, 7-8. doi: 10.3916/C40-2013-01-01
- Barranquero, A. (2007). Concepto, instrumentos y desafíos de la educomunicación para el cambio social. *Comunicar*, 29, 115-120.
- Barranquero, A. (2009). *Comunicación participativa y educación en medios. Implicaciones del concepto de prealimentación (feed-forward) de Mario Kaplún*. Recuperado de <http://goo.gl/4QsCLg>
- Barranquero, A. (2011). Rediscovering the Latin American roots of participatory communication for social change. *Westminster Papers in Communication and Culture*, 8(1), 154-177.
- Batlle, R. (2010). Aprendizaje-servicio y entidades sociales. *Aula de Innovación Educativa*, 192, 66-68.
- Cabello, F. y Rascón, M.T. (2015). “Aquellos que no recuerdan su pasado...”: Sonambulismo tecnológico y amnesia educativa a vueltas con el fenómeno “Ninguna diferencia significativa”. *Redes.com*, 11, 248-272. doi: 10.15213/redesn11.p248
- Cabello, F. y Rascón, M.T. (febrero, 2018). *Resiliencia e infancia en riesgo social: un proyecto de innovación* (Comunicación). VI Jornadas de Innovación Educativa, Málaga, ES.

- FOESSA (2016a). *La transmisión intergeneracional de la pobreza*. Madrid, ES: Cáritas.
- FOESSA (2016b). *Expulsión social y recuperación económica*. Madrid, ES: Cáritas.
- Frau-Meigs, D. y Torrent, J. (2009). Políticas de educación en medios: Hacia una propuesta global. *Comunicar*, 32, 10-14. doi:10.3916/c32-2009-01-001
- Freinet, E. (1977). *Nacimiento de una pedagogía popular*. Barcelona, ES: Laia.
- Freire, P. (1985). *Pedagogía del oprimido*. Montevideo, Uruguay: Siglo XXI Editores.
- García, A. (2010). Publicitar la educomunicación en la universidad del siglo XXI. En R. Aparici (Coord.), *Educomunicación: más allá del 2.0*. (pp. 151-168). Barcelona, ES: Gedisa.
- González, M.A. (4 de junio, 2016). Romper azulejos para romper prejuicios. *Diariosur.es*. Recuperado de <http://goo.gl/ELCOCO>
- Gozálvez, V. y Contreras, P. (2014). Empoderar a la ciudadanía mediática desde la educomunicación. *Comunicar*, 42, 129-136. doi: 10.3916/C42-2014-12
- Gray-Felder, D. y Deane, J. (1999). *Communication for social change: a position paper and conference report*. Nueva York, EE UU: The Rockefeller Foundation.
- Gutiérrez, A. (2003): *Alfabetización digital. Algo más que ratones y teclas*. Barcelona, ES: Gedisa.
- Gutiérrez, F. (24 de abril, 2017). Los Asperones quieren decir adiós a los prejuicios. *Diariosur.es*. Recuperado de <https://goo.gl/Zy9KW4>
- Instituto Nacional de Estadística, INE. (2017). *Encuesta de condiciones de vida (ECV): Año 2016*. (Nota informativa). Recuperado de http://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176807&menu=ultiDatos&idp=1254735976608
- Instituto Nacional de Estadística, INE. (2018). *Encuesta de población activa (EPA). Cuarto trimestre de 2017*. Recuperado de <http://www.ine.es/dynt3/inebase/es/index.htm?padre=982&capsel=986>
- Johnson, D.W. y Johnson, R.T. (1999). *Aprender juntos y solos: Aprendizaje cooperativo, competitivo e individualista*. Buenos Aires, AR: Aique.
- Kaplún, M. (1985). *El comunicador popular*. Quito, EC: CIESPAL.
- Kaplún, M. (1992). *A la educación por la comunicación*. Santiago de Chile: UNESCO.
- Kaplún, M. (1997). De medios y fines en comunicación. *Revista Latinoamericana de Comunicación*, 58, 4-6. doi: 10.16921/chaqui.v0i58.1120
- Kaplún, M. (2010). Una pedagogía de la comunicación. En R. Aparici (Coord.), *Educomunicación: más allá del 2.0*. (pp. 41-61). Barcelona, ES: Gedisa.
- Kotliarenco, M. y Cáceres, I. (2011). *Resiliencia y apego*. Santiago de Chile: CEANIM.
- McLuhan, M. (1967). Education in the electronic age. En H. A. Stevenson, R. M. Stamp y J. D. Wilson (Eds.), *The best of times/The worst of times: Contemporary issues in Canadian education* (pp. 515-531). Toronto: Holt, Rinehart and Winston.
- Martín-Barbero, J. (1981). Retos a la investigación en comunicación en América Latina, *Revista Ininco*, 1(2), 35-45.
- Martín-Barbero, J. (2009). Culturas y comunicación globalizada, *Revista Científica de Información y Comunicación*, 6, 175-192.
- Mateus, J.C. y Quiroz, M.T. (2017). Educomunicación: un enfoque teórico del estudio de los medios en entornos escolares. *Alaic. Revista Latinoamericana de Ciencias de la Comunicación*, 14(26), 152-163.
- Matilla, A. (2002). Educomunicación en el siglo XXI. *Curso sobre Comunicación Educativa y Cultura Popular* (UNED), 1-15. Recuperado de <https://www2.uned.es/ntedu/assignatu/index2.html>
- Oliveira, I. (2010). Caminos de la educomunicación: utopías, confrontaciones, reconocimientos. En R. Aparici (Coord.). *Educomunicación: más allá del 2.0*. (pp. 129-150). Barcelona, ES: Gedisa.

- Olmedo, S. y Ruiz, I. (2013). Consolidar, una agencia de comunicación solidaria para las ONGD en la universidad. En M.L. Ortega, M.R. Cordón-Pedregosa y A. Sianes (Eds.), *Buenas prácticas de colaboración entre ONGD y universidad: educar en la ciudadanía global en el espacio universitario* (pp. 105-111). Córdoba, ES: Fundación ETEA.
- Prieto, D. (2017). Construirse para educar. Caminos de la educomunicación. *Revista Chasqui. Revista Latinoamericana de Comunicación*, 135, 17-32. doi: 10.16921/chasqui.v0i135
- Puig-Rovira, J. M. (2009). *Aprendizaje servicio (APS): educación y compromiso cívico*. Barcelona, ES: Graó. s
- Rascón, M.T. y Cabello, F. (diciembre, 2015). *La filosofía de aprendizaje cooperativo aplicado a entornos libres*. (Ponencia). II Congreso Internacional de Innovación Educativa, Ciudad de México, MX.
- Rascón, M.T., Alvarado, A. y Cabello, F. (diciembre, 2017). *Exclusión social y trabajo en red: una experiencia interdisciplinar*. (Ponencia). IV Congreso Internacional de Innovación Educativa, Monterrey, MX.
- Rocha, P.M. (2015). The importance of educommunication in the training of mass communications professionals in contemporaneity. *Communicatin. South African Journal for Communication Theory and Research*, 41, 192-205. doi:10.1080/02500167.2015.1070186
- Trilla, J. y García, E. C. (2001). *El legado pedagógico del siglo XX para la escuela del siglo XXI*. Barcelona, ES: Graó.

Caja de herramientas 4.0 para el docente en la era de la evaluación por competencias

M^a Covadonga de la Iglesia Villasol
Universidad Complutense de Madrid

Resumen

En un momento decisivo para la educación superior, inmersa en la conceptualización y puesta en marcha de estudios adaptados a las necesidades de la sociedad digitalizada y de la información, la renovación metodológica y la flexibilidad se reivindican como elementos diferenciadores. En este trabajo se plantea una reflexión sobre algunos aspectos metodológicos para abordar los procesos de enseñanza y aprendizaje, rescatando para ello algunas lecciones de relevantes académicos. El punto de partida para este trabajo es abrir la caja de herramientas del docente, valorar la utilidad de algunos elementos en un mundo –el actual– cada vez más cambiante, abierto y dependiente de las nuevas tecnologías, que explora a aprender haciendo, y en el que prima la interdisciplinariedad, tanto en el aprendizaje como en el entorno laboral, por lo que la cooperación entre disciplinas aporta mayores dosis de creatividad para abordar la resolución de los problemas cada vez más complejos, que tiene planteada la sociedad y sus instituciones. Cómo adaptar la educación a los avances de la industria 4.0 es una pregunta que se plantea en las investigaciones más recientes y que abre las aulas a las pautas de uso social de la tecnología.

Palabras clave

Metodología,
herramientas,
educación 4.0,
digitalización.

4.0 Toolkit for teachers in the era of competency evaluations

Abstract

In a decisive moment for higher education, immersed in the conceptualization and implementation of studies adapted to the needs of digitalized and informatics society, methodological renovation and flexibility stand out as differentiating elements. This paper presents a reflection on certain methodological aspects in order to approach the processes of teaching and learning, through the application of some lessons from relevant scholars. The foundation of this work is the opening of the teacher's toolbox, the evaluation of the usefulness of some elements in today's constantly changing world, open to and dependent on new technologies, which explores learning by doing and in which interdisciplinary approaches are priority both

Keywords

4.0 education,
digitalization,
methodology, tools.

Recibido: 27/03/2019

Aceptado: 14/04/2019

in learning and in the work environment. A result of this is that cooperation among disciplines contributes higher amounts of creativity in order to solve the complex problems faced by society and its institutions. How to adapt education to the advances of the 4.0 industry is a question proposed by recent research and that subjects the classroom to the standards set by the social use of technology.

Introducción, motivación y justificación

La educación superior española, con el horizonte ya superado de la adaptación a los procesos de Bolonia,¹ estableció el objetivo de redefinir un mapa de titulaciones acorde con los requerimientos y el devenir de la era digital y del conocimiento. Este proceso supuso la redefinición del cómputo de créditos ECTS,² identificando tanto el esfuerzo del profesor³ como del estudiante dentro de una docencia volcada en el alumno, en reinventar los procesos de enseñanza y aprendizaje sobre el principio de aprender-haciendo; proceso de transmisión de conocimientos (actualización de contenidos, actividades y recursos docentes), con especial atención a favorecer que los estudiantes desarrollen unas competencias específicas de titulación y refuercen las habilidades transversales y socio-personales que demanda el entorno laboral para ejercer su profesión. En este sentido, la universidad española se ha alineado con los criterios más universales reorientados a la formación de profesionales que entiendan y puedan afrontar los problemas y retos de la sociedad actual y del futuro; que pasa por incorporar a los procesos productivos y de servicios la realidad digital 4.0 de forma globalizada, catalizadora de innovaciones, que ha superado los cauces tradicionales obsoletos e integrado aquellos que han sido y siguen siendo válidos.

El uso de las TIC en el aula tiene ya un recorrido de más de dos décadas, y ha pasado del proceso bidireccional del profesor al alumno (educación 1.0 estática y sin interacción), al acceso libre por parte del estudiante de contenidos y recursos (educación 2.0, más social, caracterizada por el intercambio), en un proceso autodirigido, donde los estudiantes construyen su aprendizaje y conocimiento elaborando contenidos para uso individual o colectivo, bajo la supervisión del docente (educación 3.0 diseñada sobre una Web más semántica y personalizada en las formas

1 Declaración de Bolonia de 1999, ratificada por 32 países en el comunicado de Praga de 2001, del proceso de convergencia en el Espacio Europeo de Educación Superior.

2 *European Credit Transfer System*.

3 Para el docente, aplicar “Bolonia” ha supuesto una necesaria y oportuna reflexión sobre contenidos y aspectos metodológicos de la acción docente, que de otra forma estaría, casi seguro, fuera de sus intereses.

de acceso a la información). El último paso a dar, correspondiente a 4.0,⁴ recalca en un elemento diferenciador, como es el papel preponderante del estudiante, que pasa por la integración y cooperación entre los diversos agentes bidireccionalmente (profesores, alumnos, desarrolladores de contenidos y herramientas, programadores, etc.) y las oportunidades de construir conocimiento, a través de la autocreación de contenidos. Esta etapa 4.0 se recrea sobre una web más inteligente y predictiva, que experimentará con tecnologías de voz (*speech to text*), sistemas de comunicación máquina a máquina (M2M) y huellas digitales del usuario (localización, estado anímico, biorritmos, emociones, reacciones). Obviamente elementos de los diversos modelos educativos pueden convivir e interrelacionarse entre sí, en la educación formal y con entornos de aprendizaje disponibles fuera del aula. En este sentido, la universidad española ha transitado por las diversas etapas, desde el desarrollo de plataformas electrónicas a campus virtuales, *wikis* de aprendizaje, *blogs* docentes, espacios de experimentación, juegos de aprendizaje, usos de redes sociales, y plataformas de simulación, estructuras de gamificación, por ejemplo, para poder así encarar las exigencias de la nueva realidad digital. Por ello, desde hace más de dos décadas, los docentes han adquirido una formación específica en nuevas herramientas y metodologías activas, al tiempo que existen las convocatorias de proyectos de innovación y mejora de la calidad docente, que fomentan el análisis y experimentación de las TIC en el aula como soporte de aprendizaje, creándose equipos multidisciplinares de docentes innovadores. Y, quizá más importante es que se ha vencido toda resistencia al uso de las TIC en la educación. Se exhibe el gusto y el interés por la innovación y la creatividad en un binomio que genera píldoras de talento en las aulas, y que ha encontrado en ellas además una fuente de investigación sobre usos, métodos, aprendizajes, reforzado por la ingente cantidad de información que los estudiantes dejan como huellas digitales al usar las tecnologías digitales en el entorno educativo, permitiendo conocer el proceso de aprendizaje que siguen.

Así, el modelo de educación 4.0, hacia el que vamos inevitablemente, se caracteriza porque 1) pone el foco del interés en la cooperación y en la interacción, entendidos como pilares de

4 La educación 4.0 es una faceta más de la revolución industrial 4.0 que abarca áreas de la inteligencia artificial y aprendizaje automático, innovación, robótica, nanotecnología, impresión 3-D, y que transformará sectores como la genética y biotecnología, la agrobiodiversidad, la creatividad, la arquitectura y construcción, la gestión inteligente del agua o la antropología, modificando en los próximos años los modelos de negocio, los mercados de trabajo, las competencias a adquirir y el talento requerido en el nuevo escenario (WEF, 2016). Desconocida es aún la incidencia en la identidad del ser humano, por ejemplo en la longevidad, la salud, el sentido de la privacidad, etcétera.

los procesos de enseñanza aprendizaje, entre profesor y alumno o entre los propios alumnos; 2) incorpora el aprendizaje activo, vinculado al análisis de la toma de decisiones y el pensamiento estratégico por parte de estudiantes; 3) explora elementos de juego y creación de entornos de aprendizaje reales, con contenidos y usos transversales; 4) se apoya en el uso de las herramientas TIC, tanto para el acceso, la organización, creación, la difusión de contenidos como para la intercomunicación multidireccional y multisoporte; 5) aborda el aprendizaje de competencias, generando conocimiento válido y aplicable a la resolución de problemas reales; y 6) redefine la evaluación sobre la adquisición de un conocimiento integrado, al igual que por el desarrollo de competencias, en un continuo proceso de revisión y *feed-back* para una mejora sostenible en el aprendizaje.

Es por ello que en este trabajo recuperamos un concepto, la *caja de herramientas*, acuñado de forma acertada por la profesora Robinson y Schumpeter lo describe: “And it is the sum total of such gadgets –inclusive of strategically useful assumptions–which constitutes economic theory. In Mrs. Robinson’s unsurpassably felicitous phrase, economic theory is a box of tools” (1954, p. 15), para describir sin ambigüedad los elementos básicos que permiten formalizar el estudio de los principios del análisis económico. La frase es suficientemente plástica para identificar el conjunto de herramientas metodológicas que el docente debe incorporar en el proceso de enseñanza, sea cual sea el área de conocimiento y el nivel educativo al que se refiera, y que hacen de la educación un proceso integrador y transversal. Así, este concepto (*a box of tools*, en inglés) y según el contexto de análisis, también podría haberse traducido como caja de habilidades o trucos y estratagemas (*a box of skills, tricks or a box of tricks*, respectivamente), siendo perfectamente adaptable a cualquier profesión, al evidenciar la necesidad que todo docente tiene de identificar las herramientas (criterios metodológicos, recursos, prácticas docentes, usos didácticos, elementos y aplicaciones digitales, etc), que perfilan una actividad profesional, con referencia al entorno tecnológico y de usos sociales que le toca vivir. El docente ejerce su profesión en una sociedad caracterizada por su flexibilidad, volatilidad, liquidez, cuyo continuo fluir genera cambios en la forma de aprender, organizarse, comunicarse, gestionar la información y relacionarse (Echevarría y Martínez, 2018).

El objetivo de este trabajo no es presentar una propuesta metodológica, más bien reflexionar sobre los cambios que el docente y el estudiante deben incorporar en su actividad de enseñanza y aprendizaje, asumiendo nuevos roles e incorporando la tecnología digital y social al aula, en la que ambos son generadores de contenidos en un mundo en el que los estudiantes son nativos digitales.

Algunos aspectos de la educación 4.0

Para acercarnos a los nuevos planteamientos metodológicos de la educación 4.0, se recuperan algunos aspectos de la faceta docente de Robinson (1959), seleccionando algunos párrafos del prólogo al texto *Ensayos sobre análisis económico* (reimpreso en 1974), que identifican algunos elementos metodológicos (herramientas) perfectamente vigentes hoy, para que el estudiante “aprenda algo haciéndolo”, refiriéndose, además, al método de pensamiento y de estudio como “un modelo de construcción”, que “consiste en un cuadro mental muy simplificado, que exhibe el comportamiento de la gente en un medio social y físico, y que elimina lo que no es esencial”. Estas píldoras reorientan la reflexión sobre cómo abordar la acción docente en su transposición a la era digital en la que transitamos, siendo la tesis a desarrollar que las herramientas docentes deben ser ambivalentes e integrar algunas herramientas metodológicas estándar con aquellas venidas de la implantación imparable de la educación 4.0.

Para ello, el docente debe reconocer qué elementos de su caja de herramientas han dejado de ser útiles en su ejercicio docente, cuáles –siendo nuevas– pueden ser aprendidas e incorporadas exitosamente, y cuáles –dadas sus propias destrezas– no se ajustan a su estilo y práctica docente. En este sentido, el docente debe evitar caer en un exhibicionismo tecnológico *per se*, para evitar un uso “esnob e incoherente” de las herramientas digitales. En este escenario de aprendizaje, que gira sobre el uso de la tecnología educativa, tanto en el aula como fuera de ella, el docente, si bien sigue siendo experto en contenidos técnicos y específicos, incorpora otros roles como los de ser un creador de nuevos entornos de aprendizaje, usuario avanzado de diversas técnicas educativas, generador y evaluador de recursos útiles para el autoaprendizaje, a la vez que refuerza su faceta de orientador, tutor y motivador del estudiante, y que, en palabras de Iglesia (2006), se convierte además en un “co-aprendiz de su profesión” y “un acompañante en el proceso formativo”, necesario para afrontar los continuos cambios normativos y sociales. Harrison y Killion (2007) ponen el foco en un docente digital especialista curricular, proveedor de recursos, instructor, facilitador de apoyo en el aula y del aprendizaje, líder de equipos, aprendiz, así como un analista de datos y catalizador del cambio. Prensky (2013) ve al docente en la era digital como entrenador, guía y experto en la instrucción, para conseguir un efectivo, motivador y atractivo aprendizaje; alguien que utiliza la tecnología disponible para mejorar la metodología del proceso de enseñanza-aprendizaje (Bates, 2015).

La enseñanza actual, volcada en el aprendizaje del estudiante valora el esfuerzo de *aprender haciendo*, impulsada por el uso de las tecnologías digitales dentro y fuera del aula, como vehículo generador y transmisor de los conocimientos o como medio de

comunicación; y, en ambos casos, entre profesores y estudiantes o entre estudiantes entre sí (campus virtual, plataformas de recursos electrónicos, medios de comunicación, foros temáticos, *blogs*, *wikis*, plataformas de simulación y juegos interactivos, juegos de realidad aumentada, redes sociales, etc.). Evaluar la plasticidad metodológica y la adaptación de las herramientas docentes (digitales y de multiformato) al entorno educativo específico, así como la efectividad de su uso, debe complementarse con la planificación de las actividades formativas a desarrollar, garantizando que contribuyan al necesario desarrollo de las competencias básicas y específicas necesarias con las que el estudiante debe ser dotado para el ejercicio profesional alineado con sus estudios. En este sentido, Toribio-Briñas (2010) señala que las competencias básicas se adquieren a través de experiencias educativas diversas, que permitan ponerlas en acción en contextos simulados, que se consideren fieles a la condición de vida real, dada su cuasi-autenticidad. Así, la forma más efectiva de desarrollar un corpus de competencias propio de los estudios específicos es utilizándolas en distintos escenarios representativos del contexto más cercano, para lo cual toma relevancia la necesidad de desarrollar programas docentes más versátiles y dinámicos que incorporen métodos de simulación, donde el alumno “ensaya” sobre su vida social, académica, profesional, y también personal, y, en este campo, las herramientas digitales interactivas 4.0 tienen mucho que aportar en su interrelación con la metodología estándar. Se prevé que la disrupción tecnológica actuará en combinación con variables sociales, económicas, geopolíticas o demográficas, convulsionando el mercado laboral y el sistema educativo actual, destruyendo profesiones y creando otras nuevas (Parker, 2015), para las que no existen aún estudios reglados y cuyos profesionales abordan su formación y aprendizaje desde diversas plataformas digitales. Loshkareva, Luksha, Ninenko, Smagin y Sudakov (2018) identifican cambios futuros en el entorno laboral referidos a la aparición de nuevas profesiones y a la demanda de profesionales con nuevas o renovadas competencias, la transformación de algunas de las actuales y la desaparición de algunas tareas laborales rutinarias, en lo que han denominado como *emerging skills*, *transforming skills*, *obsolete skills*, respectivamente.

Autores como Tedesco (2011) insisten en la importancia creciente que asumirá aprender a aprender en la educación del futuro, y que residen en dos características diferenciadoras de la sociedad actual: la significativa velocidad que ha adquirido la producción de conocimientos (en dos décadas hemos pasado de la educación 1.0 a la 4.0 en una velocidad exponencial) y la posibilidad de acceder a un enorme volumen de información generada por autores diversos. Estamos, pues, ingresando a un aprendizaje de naturaleza personalizada y adaptativa, así como estrategias de aprendizaje en red, que genera volúmenes ingentes de informa-

ción en los usos digitales que los usuarios dejan como rastro digital (profesores y alumnos) y que recogen las analíticas del *Big data*, la minería de datos, analítica de aprendizaje (la recopilación, análisis y uso de datos sobre los estudiantes y sus contextos, con el objeto de comprender y optimizar el aprendizaje). El análisis de datos multimodales y de las redes sociales representan un enfoque holístico que analiza, e incluso anticipa, componentes sociales, cognitivos, biológicos y afectivos del aprendizaje. El paso inmediato será (es) la recopilación de información sobre la entonación vocal, los gestos, la atención visual, las respuestas sensoriales, capturados mediante sensores de movimiento –si bien esto incide en cuestiones vinculadas a la ética, privacidad y protección de la identidad.

Este aprendizaje móvil, se asienta en una conexión permanente de personas, países, aplicaciones (*app*), plataformas, y que responden a un aprendizaje ubicuo, conectado y compartido, equitativo y no rival, accesible, flexible, inmediato, autónomo, interactivo, con opciones de individualización con versiones *premium*. El informe Horizon (2017) recoge como tendencias clave en la educación a medio plazo: 1) el interés creciente en la medición del aprendizaje, tratando de incidir en la reducción de las tasas de abandono, a partir de la concepción de experiencias de aprendizaje de alta calidad, y 2) facilitar el trabajo colaborativo en el aula, sin que profesores y alumnos necesiten estar en el mismo espacio físico, potenciando la creación de entornos de aprendizaje flexible, maximizando el espacio. Entre las tendencias a corto plazo señalan el aprendizaje mixto; es decir, la combinación de una formación tanto en línea como presencial y el aprendizaje colaborativo, en el que los estudiantes o los docentes crean conjuntamente recursos, actividades docentes y comunidades de práctica en línea, intercambiando ideas y experiencias; centrada en el alumno como protagonista del aprendizaje, con énfasis en la interacción, el trabajo en equipo y el desarrollo de soluciones a problemas reales.

Entre los desarrollos de la educación 4.0 que se espera fructifiquen y sobre los que ya se está experimentando, cabe destacar el uso de los propios dispositivos (BYOD), la implantación de la analítica del aprendizaje y aprendizaje adaptativo, la realidad virtual aumentada, los *makerspaces*, la computarización afectiva y la robotización. Y los pilares en los que se asienta esta educación del futuro son la personalización del aprendizaje, la potencialización de la creación de talento, reconociendo los diversos estilos y ritmos de aprendizaje que enriquezcan el currículo, y el desarrollo de competencias suaves (*soft skills*), como la creatividad, asertividad, empatía, inteligencia emocional, etcétera.

El reto está, por tanto, en definir instrumentos que evalúen los conocimientos y las competencias adquiridas, así como identificar las dimensiones que permitan evaluar la calidad en los

programas *e-learning*, combinados o no con presencialidad, y que para Jung (2010) se focalizan en la existencia de un personal especializado de apoyo, el control de calidad institucional, la credibilidad institucional, el apoyo al estudiante, la información y la publicidad; mientras que Rocha, Maina y Sangrà (2013) definen un marco de referencia conceptual, integrado por las dimensiones de la estructura del programa, los resultados e impactos, los alumnos, los docentes preparados para dicha educación, la infraestructura, otros servicios, la organización institucional y la cooperación, aspectos todos ellos trasladables al planteamiento más avanzado de la educación 4.0.

¿Estamos los docentes preparados para incorporar nuevos procedimientos de evaluación que cubran las dimensiones referidas a los programas impartidos? La sociedad tiene también como reto reducir la brecha digital entre áreas geográficas y conseguir además la igualdad digital entre tipologías de colectivos. Según el informe Horizon (2017), tales retos entran dentro de los desafíos difíciles de superar, pero factibles, mientras que denota como muy difíciles de abordar estos dos: la gestión de la obsolescencia de los conocimientos, que revierte al tema de la educación a lo largo de la vida, para lo cual las instituciones deben ser ágiles para adaptarse a las nuevas necesidades de formación, las nuevas tecnologías y usos; y el replanteamiento del rol de los docentes, cuyas responsabilidades están cambiando, al tiempo que se asume que no son la única fuente de información y que pueden no disponer de las habilidades que la nueva tecnología requiere, siendo meros usuarios frente a unos estudiantes nativos digitales.

Identificar las competencias del futuro es objeto de numerosas investigaciones. Así, Davies, Fidler y Gorbis (2011) realizan predicciones en las áreas educativa, tecnológica, demográfica, laboral o sanitaria, e identifican implicaciones para las personas, empresas, instituciones educativas y gobiernos, que deben considerar poner el foco en el desarrollo de competencias, como pensamiento crítico, comprensión y capacidades de análisis; completar la alfabetización de los nuevos entornos TIC en los programas educativos; vincular el aprendizaje a la práctica real, para favorecer el desarrollo de competencias interpersonales, como la colaboración, trabajo en equipo, respuesta adaptativa, etc; expandir el aprendizaje hasta la edad adulta e integrar la capacitación multidisciplinar y transversal. Según Schuetze (2014), estamos ya asistiendo a una creciente demanda de profesionales para actualizar y mejorar las competencias, como mecanismo para mejorar en su carrera profesional, para redefinir su carrera hacia otros sectores o profesiones o adaptarse a las nuevas necesidades y roles, siendo por tanto aprendices en diferentes etapas laborales y personales, que acceden con antecedentes y trayectorias de aprendizaje heterogéneas, tanto en entornos educativos formales como no formales o no regulados.

Se abre la caja de herramientas y se identifican competencias

Es bien sabido que nuevas tecnologías y herramientas han irrumpido en fases tecnológicas previas (educación 2,0 y 3,0 con el uso de campus virtuales, *blogs*, *wikis*, foros, etc); otras más pujantes están emergiendo con la revolución industrial 4.0, generando nuevos usos y metodologías, que están siendo incorporados a la educación, sin que esta pueda ser ajena al devenir tecnológico (realidad aumentada, aplicaciones, redes sociales, *moocs*, aulas virtuales, etc.). En cuanto a las herramientas a recuperar, pero adaptadas a la realidad actual e impulsadoras del desarrollo de competencias requerido en el entorno profesional, cabe señalar, por ejemplo, la relevancia que adquiere el enfoque multidisciplinar, la simulación de la realidad como herramienta de aprendizaje, el avance de la incorporación del Internet de las cosas en el aula, la planificación de la gamificación en el aprendizaje, la anexión de los juegos de aprendizaje, etc. Algunos de estos elementos son objeto de una mayor reflexión a continuación.

Superando la fragmentación con el enfoque multidisciplinar⁵

La literatura, tanto referida a la ciencia pedagógica como psicológica, es muy extensa al incidir en la necesidad de abordar la estructuración del currículo académico desde una perspectiva que supere la miopía unidisciplinar y cabalgue hacia la multidisciplinariedad, con avances hacia la interdisciplinariedad y transversalidad (conceptos que si bien se usan indistintamente, morfológicamente incorporan significados y matices claramente diferenciados). Este elemento no es algo nuevo, sino que desde finales de los años noventa ha sido objeto de múltiples investigaciones y revisiones, si bien en la actualidad está teniendo una

⁵ Diferenciar los conceptos de transversalidad, interdisciplinariedad y multidisciplinariedad permite contextualizar el tema de estudio: Así, la multidisciplinariedad significa abordar una disciplina desde varios puntos de vista involucrando otras áreas del saber, pero sin que se produzca un intercambio, de modo que la profundización del conocimiento únicamente se aplica dentro del marco de la disciplina original. En cambio, la interdisciplinariedad aborda un problema desde varias perspectivas de forma interrelacionada, transfiriéndose métodos desde una disciplina a otra, y requiere la puesta en común de las percepciones de cada área; se diferencia de la transversalidad en la finalidad, puesto que la interdisciplinariedad resuelve un proyecto o problema puntual y no se incorpora a la vida cotidiana, mientras que la transversalidad no se centra solamente en el contenido y busca introducirlo en la vida diaria. Así, la transversalidad, en términos curriculares, es el cruce entre objetivos y temas fundamentales de la enseñanza, orientado al desarrollo de la formación integral, como fusión entre objetivos educativos y contenido de las materias, y es, gracias a la interdisciplinariedad, que se puede desarrollar la transversalidad en el currículo.

nueva etapa dorada en su vinculación con los nuevos enfoques metodológicos en la era digital.

Así, por ejemplo, reseñas claras se refieren a que, por ejemplo, no existen problemas económicos y no económicos, sino que estos describen una mezcla de raíces económicas, sociales, psicológicas, políticas, etc., siendo complicados y entrelazados (Stree-ten, 2007). Cada vez más los profesionales trabajan traspasando las fronteras de los límites tradicionales definidos en el mapa de titulaciones de las universidades, debido a que los fenómenos estudiados están generando nuevos conocimientos, fruto de cabalgar alegremente ciertas fronteras académicas, a las que se refería Iglesia (2009). En su defensa de la interdisciplinariedad, Stree-ten⁶ (2007) señala varias razones que justifican dicho enfoque con diferentes implicaciones metodológicas, sin que tal visión signifique el estrechamiento de unas disciplinas a favor de otras: el trabajo cooperativo de especialistas de distintas disciplinas contribuye a una resolución integrada, completa y rica del problema planteado; aplicar ciertos supuestos, conceptos, métodos o técnicas a otras disciplinas puede aportar explicaciones útiles o satisfactorias; y, en ciertos contextos, época o región, las interacciones entre las variables económicas, sociales, políticas, históricas, o el conocimiento de las instituciones, determinan que no sea válido un enfoque unidisciplinar.

Por tanto, este enfoque transdisciplinar,⁷ que se gesta por la intersección entre disciplinas, absorbiendo conocimientos sedimentados y aprovechando la porosidad de las fronteras, conduce a buscar con ahínco la transversalidad curricular de algunos conocimientos relevantes, tanto en sí mismos como por su

⁶ Referido al estudio de la economía, si bien es perfectamente trasladable a cualquier otra disciplina.

⁷ Algunos ejemplos son: 1) el documento “Indisciplinary in research” de la European Union Research Advisory Group (EURAB 04,009, abril 2004) señala que la interdisciplinariedad “is essential in keeping Europe at the forefront of scientific and technological research. Interdisciplinary research is a necessary feature of progress in scientific exploration”, y recomienda reforzarlo; 2) el fomento de “joint calls” en el ámbito de la “cooperación científica que buscaba ofrecer nuevos impulsos e ideas” (Documento PE 360.033v010-00. Enmienda 332 al texto del Séptimo Programa Marco: anexo I, capítulo I, “Cooperación”, párrafo 6), “pues precisamente en las fronteras entre las distintas disciplinas surgen conocimientos y productos completamente nuevos”; 3) el programa Proyectos Intramurales de Frontera del CSIC, iniciado en 2004, para favorecer la incursión de científicos en temáticas nuevas, surgidas en la interacción de varias áreas del conocimiento, abriendo para ello una línea específica de financiación; 4) las líneas temáticas de congresos internacionales, como por ejemplo las XVI Jornadas de Investigación y Fomento de la Multidisciplinariedad: Mathematical Models in Engineering and Human Behaviour 2014, del Instituto de Matemática Multidisciplinar, en la Universidad Politécnica de Valencia, con paneles de estudios en modelos biológicos, modelos de *advection*-difusión, modelos agrícolas, modelos de salud, o asistencia sanitaria, modelos de finanzas, modelos de ingeniería y modelos numéricos, así como aplicaciones tanto a la medicina, ingeniería, sociología, epidemiología, etcétera.

aplicabilidad en otras materias de estudio. Así, Senge (1994)⁸ ya se refería a la forma fragmentada en que tradicionalmente hemos sido entrenados para resolver problemas, que hace que tareas y temas complejos sean más manejables, pero que requiere pagar como precio oculto desconocer las consecuencias de las acciones y la pérdida del sentido intrínseco de conexión a un todo, lo que hace necesario armar los fragmentos o piezas para recuperar la generalidad del problemas. Esta aportación, si bien referida a las organizaciones y a la forma de crear equipos, entronca con la visión del aprendizaje del *modelo de construcción*, al que se refería Robinson, para, a partir de él, volver a integrarlo en el conjunto de la realidad a estudiar de forma radial y multidisciplinar.

Así, el enfoque curricular multidisciplinario favorece que los estudiantes incorporen la interrelación, tanto entre materias como entre dimensiones de los problemas, de forma que, por ejemplo, la formación técnica que se ha dirigido tradicionalmente a la integración de herramientas matemáticas, conocimiento científico y uso de la tecnología (LaPorte y Sanders, 1993) incorporen elementos de otras disciplinas, sociales, psicológicas o económicas. En concreto, Wicklein y Schell (1995), más de dos décadas atrás, ya describen diversos casos de proyectos multidisciplinarios exitosos que marcaron un diferencial positivo, en cuanto a que si los docentes están dispuestos a asumir la responsabilidad individual de cambios metodológicos, contribuyen a aumentar la motivación y el aprendizaje de los alumnos, donde se requiere la cómplice colaboración de los responsables institucionales. Los estudiantes, a lo largo de sus vidas, se encontrarán con una gama diversa de problemas personales y profesionales complejos y ambiguos, que no pueden resolverse utilizando las soluciones ya aprendidas y requieren de una continua innovación en su tratamiento (D'Ignazio, 1990; Spiro y Jehng, 1990). Es interesante reflexionar cómo el aprendizaje avanzado de una materia es considerado una etapa intermedia en un continuo entre la incorporación de conceptos nuevos y la experiencia práctica, en la que los estudiantes aprenden *qué hacer* con la información aprehendida y *cómo usar* ciertas herramientas adquiridas, siendo en ocasiones el contexto un elemento crítico para la comprensión y, por lo tanto, para la asimilación y el aprendizaje. Si los conceptos avanzados se aprenden y se desarrollan progresivamente, cuando son considerados *herramientas mentales*, estas deben ser aplicables transversalmente en entornos multidisciplinarios, y, por lo mismo, transferibles fácilmente a otras situaciones de aprendizaje, adaptadas a la realidad social y tecnológica actual.

8 Identifica cinco disciplinas o bloques de construcción en una organización de aprendizaje: dominio personal, modelos mentales, visión compartida, aprendizaje en equipo y pensamiento sistémico.

Por tanto, el camino emprendido pasa por superar la idea de fragmentación con la que construimos el conocimiento en las sociedades occidentales y que reproducimos en la planeación curricular (Bohm,⁹ 2008), dado que el estudiante como sujeto que piensa, razona, aprende, está necesariamente vinculado y es dependiente de la realidad acerca de la cual está aprendiendo, y conforman un proceso permanente, coherente, dinámico y adaptable, reflejo de la sociedad y la realidad como un entorno en continuo cambio.

Al simular la realidad, algo queda en el conocimiento

Caben muy diversas definiciones del término simulación, como la exploración de un mundo virtual que se comporta de forma análoga al mundo real, o una actividad cuyo objetivo es comprender o predecir la trayectoria (temporal) de un sistema real, mediante experimentos con un modelo que es análogo al sistema real. Son muchas las formas en que se recrea la realidad en entornos educativos simulados; ya sea, por ejemplo, por medio de técnicas de representación simulada (teatralizada o no, como *role-playing*,¹⁰ *story-telling*,¹¹ resolución de casos reales), orientadas al estudio de un problema multidisciplinar, la búsqueda de soluciones a un conflicto, fomento de la creatividad, uso de técnicas para desarrollar determinadas habilidades como las negociadoras, trabajar la empatía, explorar situaciones reales, recolectar nuevas ideas, estimular la inteligencia emocional y social en equipos, etc.; o por el uso de plataformas digitales de simulación de la realidad (genéricamente denominados juegos¹²), con múltiples aplicaciones en disciplinas diversas, por ejemplo, para el estudio de la política económica institucional, la estática comparativa de modelos, las previsiones y la proyección futura, la predicción del comportamiento, la evolución y desequilibrios del desarrollo en países (reales o no), para el estudio de los efectos sobre

9 Dicho autor es ejemplo de ello, pues traspasó los límites de la física cuántica para adentrarse en la neuropsicología y en la filosofía.

10 De forma sintética, las fases de un *role-playing* son: 1) Definir los escenarios (hipotéticos) futuros; 2) Definir los roles y sus exigencias (conocimientos y habilidades); 3) Preparar el escenario (cuasi-real); 4) Desarrollar el caso: a) Conocer el objetivo y los esfuerzos necesarios, b) Empatizar y observar el desarrollo, para aprender de la experiencia, c) Explorar los aprendizajes, para encontrar nuevas oportunidades, ideas, conocimientos y usos; y 5) Evaluación final y selección de resultados.

11 Esta herramienta narrativa permite entender mejor la relevancia que en algunos entornos tecnológicos está teniendo la llamada *economía de la atención*, en la que el concepto “mensaje” se sustituye por “relato”, “emisor” por “creador del relato”, y “receptor” por “usuario del relato”.

12 Un ejemplo de juego empresarial o simulador es Virtonomics, disponible en <http://es.virtonomics.com/>.

las decisiones individuales en el ahorro, la inversión, un cambio en los tipos impositivos marginales, o para recrear contextos de creación y toma de decisiones en las distintas áreas de una empresa, desde las financieras, de gestión empresarial, de *marketing*, logística o comercialización, etcétera.

Respecto a la primera categoría, la recreación de la realidad o dramatización, como herramienta programada evaluada o ensayada de aprendizaje (*role-playing*, *story-telling*, casos reales) recoge la idea de que la acción docente debe conjugar¹³ racionalidad y emoción en la adquisición del conocimiento, a través de la creación de espacios, estrategias y herramientas, que predispongan al estudiante a adentrarse en un proceso integrado de transformación del ser, saber, hacer y querer con el concepto y su entorno (Moraes y Torre, 2002); que generará mayor conocimiento únicamente en un espacio propio (Bisquerra, 2012), si el estudiante acepta el uso de la estrategia y se muestra receptivo emocionalmente. Esta herramienta se caracteriza por propiciar un aprendizaje experiencial, fuertemente motivacional, donde el sujeto es el autor de su propia transformación en constante interrelación con el contexto, el medio y el mundo (la realidad), así como un estimulante de la creatividad, que supera las demarcaciones conceptuales y se halla abierta a generar un espacio de acción y de reflexión, que facilita tanto la construcción del conocimiento como la vivencia de valores humanos y el desarrollo de nuevas actitudes, comportamientos y habilidades. Tales planteamientos encuentran seguidores desde una perspectiva didáctica (Motos, 2009), cuando buscan su integración en el currículo, a través de procedimientos que impliquen interdisciplinariedad o transdisciplinariedad; y, entre ellos, tienen un sitio reservado las técnicas de recreación o dramatización, como creadoras de espacios creativos, colaborativos, amigables (sean presenciales o virtuales).

Respecto a la segunda categoría, las plataformas digitales de simulación (juegos), mientras que parece haber un acuerdo en afirmar que favorecen la atención de los usuarios (jugadores), puesto que se involucran en un sistema de pensamiento complejo¹⁴ que conduce a la resolución de problemas (Barab y Dede, 2007; Gee, 2003), no deja de ser controvertida la posición con respecto a su utilidad en el aprendizaje significativo curricu-

13 Recoge la idea de flujo armonioso y concepto holístico (Bohm, 2008), según la cual el orden con el que asimila la mente requiere una comprensión global, tanto en términos formales, lógicos, matemáticos, gráficos, como intuitivamente por imágenes, sensaciones, uso poético del lenguaje, representaciones, etcétera.

14 Excede el objetivo de esta trabajo abordar aspectos epistémicos de los procesos de simulación, en los que Landriscina (2009), define como el proceso circular de comprensión de un sistema a través de la construcción de un modelo y de su manipulación, o incidir en la relación entre esquemas, modelos mentales y educación detalladamente por Seel (2003).

lar. Así, para Gee y Shaffer (2010), las simulaciones requieren el desarrollo de un modo de pensar necesario en el siglo XXI, ya que utilizan el aprendizaje como base para la evaluación y permiten desarrollar (y testar) conocimientos y habilidades (capacidades colaborativas, innovadoras, productivas de presentación, toma de decisiones, resolución de problemas; Johnson et al., 2011), a la vez preparan para el aprendizaje futuro, adaptables a amplias gamas de estilos de aprendizaje y complejos contextos en la toma de decisiones (Squire, 2006), que aprovechan la familiaridad de la tecnología y las situaciones para involucrar así a los usuarios (Gee, 2003). Además, las simulaciones o juegos permiten a los usuarios ver los resultados de sus acciones prácticamente en tiempo real (Khoo y Gentile, 2005); les proporcionan la posibilidad de experimentar diversas situaciones, para sistematizar el razonamiento, considerar las relaciones y no solo hechos o eventos aislados (Gee, 2007). Resulta así un método didáctico eficaz cuando el objetivo de aprendizaje requiere una reestructuración de los modelos mentales individuales de los estudiantes (Chi y Ohlsson, 2005). En general, los estudiantes muestran predilección por interfaces multitareas, ricas en gráficos; dan prioridad a la realización de tareas rápidas, activas y exploratorias, con información facilitada a través de diferentes soportes y en varias formas paralelamente (Kirriemuir y McFarlane, 2004); la motivación del estudiante aumenta si el juego o simulación tiene definida una secuencia narrativa (conceptual) que mantenga unidas las tareas de una forma coherente (Dickey, 2005). En ello residen los tres elementos que determinan el compromiso con el aprendizaje: la definición clara de las tareas y las metas; el refuerzo a través del *feedback*, tanto de la propia plataforma como del profesor; y el carácter progresivo de los retos regidos por conocimientos adicionales.

El avance en la disponibilidad de plataformas digitales de simulación recreada, gracias a los potentes *software* de programación matemática, accesible desde los diversos dispositivos, ha llevado a que diversas instituciones,¹⁵ nacionales e internacionales, de carácter público o privado, pongan a disposición pública plataformas de simulación con fines de aprendizaje o de entretenimiento, que posicionan al usuario ante la toma de decisiones con las que autoevalúan las consecuencias de las mismas.

Sea cual sea la aplicación simulada de la realidad como herramienta programada y evaluada o ensayada de aprendizaje, con relevancia de los *entornos digitales*, cabe prestar atención a:

1. Programar *el contenido formativo y evaluable*: desarrollo de valores profesionales (y personales) y competencias (básicas, específicas, transversales y socioemocionales), armonizando entornos formativos académicos y sociales.

15 Desde el Banco de España, al Banco Europeo.

- II. Combinar *experiencias formativas regladas y no regladas*, con referencia a la metodología del aprendizaje, socialización, movilidad, iniciativas colectivas, etcétera.
- III. Aportar *visibilidad en el currículo académico y profesional, que señale* logros formativos alcanzados o experiencias desarrolladas, rubricadas y evaluadas.
- IV. Idear *estrategias profesionales*: orientación y estructuración de una carrera profesional, análisis de potencialidades, fortalezas y debilidades y valor añadido.
- V. *Autodesarrollo continuado en el ejercicio profesional y personal*, valoración individual *vs.* grupal, coste de oportunidad personal, definición de etapas profesionales, restricciones, objetivos, motivaciones y roles.

Así, en este sentido, la forma más efectiva de desarrollar el corpus de competencias propio de los estudios específicos es ponerlas en uso en contextos representativos del entorno profesional cercano, a través de experiencias educativas diversas que aborden problemas reales simulados, fieles a la vida real, y, para lo cual, los programas docentes deben ser versátiles y dinámicos, con los que el alumno ensaye aspectos de su vida personal, social, académica y profesional (Toribio-Briñas, 2010), a través de actividades de aprendizaje concebidas con una amplia carga formativa.

Discusión final y algunas conclusiones

Moraes y Torre (2002) visualizan una educación en sintonía con la ciencia y la sociedad del siglo XXI, no aferrada a la transmisión de conocimientos fragmentados y disciplinarios, alejados de la realidad, sino que busque la globalidad y la interrelación de los saberes desde el involucramiento emocional, a lo que añadimos la adaptabilidad a la imparable transformación digital como el reto más importante en un futuro próximo. No obstante, puede que este reto tecnológico sea el más fácil de superar, pues son más complejos los que tienen que ver con cómo los diversos agentes gestionan los cambios necesarios, sin ambigüedades y con visión integradora y multidisciplinar, para incorporar prácticas sociales al aula, experimentar con nuevas herramientas tecnológicas, y estimular la generación de talento en los futuros docentes, en quienes recaerá la responsabilidad futura de una educación de calidad y adaptativa.

Capítulo aparte requiere ensamblar otros dos elementos básicos, como son el desarrollo de herramientas validadas para la evaluación por competencias de los estudiantes que adquieren un conocimiento en plataformas digitales, y la utilización de las analíticas del aprendizaje (*learning analytic*), que, a partir del desarrollo de algoritmos asociados al uso de los rastros dejados por

los estudiantes en las plataformas digitales de aprendizaje, analizan de forma dinámica y en tiempo real el ritmo de aprendizaje de los estudiantes, definen perfiles de usos y ritmos o senderos y modalidades óptimos de aprendizaje, a la vez que se declaran como herramientas eficientes para la gestión académica. Ferguson (2012) incide en los factores que explican el crecimiento exponencial de esta analítica poniendo el foco en tres elementos: la generación automática de grandes matrices de datos (*big data*), las plataformas de aprendizaje masivo en línea (*online learning*), y los intereses o inquietudes políticos (*political concerns*) y económicos por ofrecer mejores indicadores y resultados de aprendizaje. Si a esto se une (Siemens, 2013), el cada vez más extenso uso de dispositivos móviles, herramientas virtuales y redes sociales como recursos en el proceso de aprendizaje, las huellas generadas en *senderos digitales* aportan información sobre los patrones de navegación, pausas, hábitos de lectura y hábitos de escritura, etc., que ofrecen una oportunidad para observar el aprendizaje desde múltiples prismas. Esta observación redirecciona las investigaciones a campos de estudio multidisciplinares, donde ocurre la intersección de la minería de datos, la inteligencia artificial, la analítica de registros web, la analítica de la inteligencia comercial, etc., en la observación del uso de sistemas de gestión educativa, y desde diversas disciplinas.

Respecto a la adquisición de competencias, Brockbank y McGill (2002) señalan que los métodos de enseñanza aprendizaje aplicables en la educación superior tienen que potenciar que los alumnos aprendan a través de actividades que les permitan estructurar sus razonamientos, perspectivas, potencialidades y capacidad creativa, aportándoles una mayor capacidad de gestión del aprendizaje, concediéndoles un papel protagonista en su propio proceso de aprendizaje. De Miguel (2006) y Pedraga, Rivera y Marzo (2006) ahondan en esta idea de un aprendizaje que favorezca un desarrollo de competencias ajustado, y reflexionan sobre cómo desarrollarlo en su componente teórico y práctico, al igual que cómo evaluarlo, para lo cual inciden en la asignatura pendiente de elaborar y validar un modelo de medición del desarrollo de competencias, que sirva también de un indicador adicional de la calidad de los estudios universitarios, referida al potencial y capacidad de inserción laboral de los titulados en el mercado laboral.

Según estas reflexiones, la caja de herramientas del docente sigue siendo un elemento necesario para la estructuración metodológica de los contenidos, si bien requiere redefinirse en usos más sofisticados, con una nueva y poderosísima herramienta de uso generalizado como es la digitalidad, transitando de forma serena, cooperativa, multidisciplinar, desde los métodos tradicionales a la incorporación repensada de elementos de la educación 2.0, 3.0 y, de forma imparabile, a la 4.0, en una revo-

lución que de forma innata llega de la sociedad al aula en un proceso invertido y gamificado de aprendizaje, y que está aún sin explorar en su totalidad. Hemos pasado de, por ejemplo, la llave inglesa al Internet de las cosas o a la realidad aumentada, en nuestra tarea de entender una a una las distintas piezas del *puzzle* que representa el aprendizaje, hasta poder encajarlas entre sí y dar respuesta a los problemas socio-económicos que la sociedad tiene planteados.

Es por ello que el docente ha dejado de ser un mero experto de contenidos y debe incorporar otros roles en su actividad, como evaluador de herramientas digitales, generador de contenidos multimedia, desarrollador de aplicaciones y observador de una realidad que redefine el espacio del aula y los estilos de aprendizaje. En este sentido, con esta visión multidisciplinar del aprendizaje, se trata, en definitiva, de que los alumnos aprendan a pensar y a aprender, tanto durante su proceso formativo como su vida laboral, junto con adquirir un adecuado desarrollo de habilidades y competencias que son necesarias en el entorno laboral que evoluciona y transita por nuevos y alentadores desafíos tecnológicos, difíciles de prever. Pero el propio docente es, cada vez más, un co-aprendiz de su profesión, porque debe aprender a incorporar las nuevas herramientas, entornos, aplicaciones, algoritmos, etc., en su actividad docente y desarrollar instrumentos válidos para la evaluación de las competencias que se requiere que adquieran los estudiantes, garantizando una educación de calidad adaptada a los usos y el entorno tecnológico actual.

Como reflexión final, cabe preguntarnos si las instituciones educativas, en general, y los docentes en particular, estamos preparados para:

1. asimilar y potenciar la inclusión de las llamadas alfabetizaciones emergentes, que van más allá de las propiamente digitales y que provienen de los cambios en los usos sociales y tecnológicos en una industria (y educación) 4.0;
2. organizar la acción docente en áreas multidisciplinarias y con diversos enfoques, donde se trabaje en proyectos y con equipos de formación integradora, cooperando y colaborando al unísono; y
3. crear estrategias a largo plazo en un proceso de formación permanente *revisionando* el desarrollo de las competencias y habilidades en adaptación continua de nuestros estudiantes a lo largo de toda su carrera profesional, y no abandonándolos una vez egresados. Pero esto no lo puede hacer solo la institución o el docente, requiere que los estudiantes modifiquen su visión del proceso de aprendizaje, estén abiertos a asumir cambios, a la innovación y a la creatividad en todas las etapas formativas, al igual que a aprender a aprender en todos los entornos.

Por ello, debemos abrir el aula y el sistema educativo a otros contextos, entornos, ámbitos, comunidades, tecnologías, integrando conocimientos, metodologías y herramientas, para construir nuevos conocimientos, orientados y supervisados por el docente, en propuestas integradoras y de calidad.

Se declara que no existe conflicto de intereses respecto a la presente publicación.

Referencias

- Barab, S. A., y Dede, C. (2007). Games and immersive participatory simulations for science education: An emerging type of curricula. *Journal of Science Education and Technology*, 16(1), 1-3.
- Bates, A. W. (2015). *Teaching in a digital age: Guidelines for designing teaching and learning for a digital age*. Recuperado de <https://opentextbc.ca/teachinginadigitalage/>
- Bisquerra, R. (2012). *Orientación, tutoría y educación emocional*. Madrid, ES: Editorial Síntesis.
- Bohm, D. (2008). *La totalidad y el orden implicado*. Barcelona, ES: Editorial Kairós.
- Brockbank, A. y McGill, I. (2002). *Aprendizaje reflexivo en la educación superior*. Madrid. Ediciones Morata.
- Carpintero, O. (1999). Economía y ciencias de la naturaleza: algunas consideraciones sobre el legado de Nicholas Georgescu-Roegen. *ICE*, 799, 127-142.
- Chi, M.T.H. y Ohlsson, S. (2005). Complex declarative learning. En K. J. Holyoak y R. Morrison (Eds.), *Cambridge handbook of thinking and reasoning* (pp. 371-400). Cambridge, RU: Universidad de Cambridge.
- Davies, A., Fidler, D., y Gorbis, M. (2011). *Future work skills 2020*. Institute for the future: Universidad de Phoenix Research. Recuperado de <https://goo.gl/avHbgK>
- De Miguel, M. (2006). Metodologías de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de competencias: *orientaciones para el profesorado universitario ante el espacio europeo de educación superior*. Madrid, ES: Alianza Editorial.
- D'Ignazio, F. (1990). Electronic highways and the classroom of the future. *The Computing Teacher*, 17(8), 20-24.
- Dickey, M. D. (2005). Engaging by design: How engagement strategies in popular computer and video games and inform instructional design. *Educational Technology Research and Development*, 53, 67-83.
- Echevarría, B. y Martínez, P. (2018). Revolución 4.0, competencias, educación y orientación. *RIDU: Revista digital de investigación en docencia universitaria*, 12(2). doi:10.19083/ridu.2018.831
- Ferguson, R. (2012). Learning analytics: drivers, developments and challenges. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 4(5-6), 304-317.
- Gee, J. P. (2003). What video games have to teach us about learning and literacy. *ACM Computers in Entertainment*, 1(1), 1-4.
- Gee, J. P. (2007). *Good video games and good learning: Collected essays on video games, learning, and literacy*. Nueva York, EE UU: Peter Lang.

- Gee, J. P., y Shaffer, D. W. (2010). Looking where the light is bad: Video games and the future of assessment. (Epistemic Games Group Working Paper No. 2010-02). *Phi Delta Kappa International Edge*, 6(1), 3-19.
- Harrison, C. y Killion, J. (septiembre, 2007). Ten roles for teacher leaders. *Education- al Leadership*, 65(1), 74-77. Recuperado de <http://www.ascd.org/publications/educational-leadership/sept07/vol65/num01/ten-roles-for-teacher-leaders.aspx>
- Iglesia Villasol, M.C. (2006). Varios retos y un único destino en la adaptación de los contenidos de la Teoría Económica al nuevo contexto de enseñanza aprendizaje. El campus virtual como herramienta de apoyo docente. *Actas de las Jornadas: Aplicaciones prácticas de la convergencia europea*. Edita el Servicio de Publicaciones y Oficina de Convergencia de la UEX. Badajoz
- Iglesia Villasol, M.C. (2009). Una lección metodológica en el estudio de la economía. La profesora Robinson 40 años antes de Bolonia. En J. A. Messía de la Cerda y E. Fernández (Coords.), *Innovación educativa para la educación superior* (pp. 45-64). Madrid, ES: Dykinson.
- Johnson, L., Smith, R., Willis, H., Levine, A., y Haywood, K. (2011). *The 2011 horizon report*. Austin, EE UU: The New Media Consortium.
- Jung, I.S. (2010). The dimensions of e-learning quality from the learner's perspective. *Educational Technology Research and Development*, 59(4), 445-464. doi: 10.1007/s11423-010-9171-4
- Khoo, A., y Gentile, K. A. (2005). Problem-based learning in the world of digital games. En O. Tan (Ed.), *Problem-based learning in e-learning breakthroughs*. (pp. 97-129). Singapore, China: Thompson Learning.
- Kirriemuir, J., y McFarlane, A. (2004). Literature review in games and learning. A *NESTA Futurelab Research report-report 8*. Recuperado de <https://telearn.archives-ouvertes.fr/hal-00190453/document>
- LaPorte, J. E. y Sanders, M. E., (1993). The TSM integration project: Integrating Technology, Science, and Math in the middle school. *The Technology Teacher*, 52(6), 17-21. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10919/51623>
- Loshkareva, E., Luksha, P., Ninenko, I., Smagin, I., y Sudakov, D. (2018). Skills of the future. How to thrive in the complex new world (Moscow and Amsterdam, Global Education Futures and World Skills Russia). Recuperado de https://worldskills.ru/assets/docs/media/WSdoklad_12_okt_eng.pdf?platform=hootsuite
- Motos, T. (2009). El teatro en la educación secundaria: fundamentos y retos. *Creatividad y sociedad*, 14, 1-35.
- Moraes, M. C., y Torre, S. D. L. (2002). Sentipensar bajo la mirada autopéica o cómo reencantar creativamente la educación. *Creatividad y sociedad*, 2, 41-56.
- Parker, G. (2015). *El desmoronamiento. Una crónica íntima de la nueva América*. Barcelona. ES: Debate.
- Pedraga M., Rivera, P y Marzo, M. (2006). Las competencias profesionales demandadas por las empresas. El caso de los ingenieros. *Revista de educación*, 341, 643-662.
- Prensky, M. (2013). *Enseñar a nativos digitales*. México: SM Ediciones.
- Rocha, P., Maina, M. y Sangrà, A. (2013). Marco de referencia para la evaluación y aseguramiento de los programas de aprendizaje en línea a nivel superior. En Moreira, A.; Bengoechea, L. y J. Hilera (eds.). *Uma Formação Virtual Acessível e de Qualidade* (p. 360-368). Lisboa, Portugal: Universidad de Lisboa.
- Robinson, J. (1974). *Ensayos sobre análisis económico*. Fondo de Cultura Económica: Madrid, ES.
- Schumpeter, J. (1954) *History of economic analysis*, Nueva York: Oxford University Press.

- Senge, P. M. (1994). The art and practice of the learning organization. The new paradigm in business: Emerging strategies for leadership and organizational change, 126-138. Edita M Ray y A. Ritzar for the World Business Academy.
- Siemens G. (2013). Learning analytics: The emergence of a discipline. *American Behavioral Scientist*, 57(10), 1380-1400.
- Spiro, R., y Jehng, J. (1990). Cognitive flexibility and hypertext: theory and technology for the non-linear and multidimensional traversal of complex subject matter. En D. Nix y R. Spiro (Eds.), *Cognition, education and multimedia: Exploring ideas in high technology*. Hillsdale, EE UU: Lawrence Erlbaum, 163-205.
- Squire, K. (2002). Cultural framing of computer/video games. *International Journal of Computer Game Research*, 2(1), 1-13. Recuperado de <http://gamestudies.org/0102/squire/#top>
- Streeten, P. (2007). ¿Qué está mal en la economía contemporánea? *Revista de economía institucional*, 9(16), 35-62. <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0002764213498851?journalCode=absb>
- Schuetze, H. G. (2014). From adults to non-traditional students to lifelong learners in Higher Education: Changing contexts and perspectives. *Journal of Adult and Continuing Education*, 20(2), 37-55. doi: 10.7227/JACE.20.2.4
- Tedesco, J. C. (2011). Los desafíos de la educación básica en el siglo XXI. *Revista Iberoamericana de Educación*, 55, 31-47.
- The NMC Horizon Report. (2017). *Higher Education, 2017 edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium. Recuperado de <https://www.nmc.org/publication/nmc-horizon-report-2017-higher-education-edition-spanish/>
- Toribio-Briñas, L. (2010). Las competencias básicas: el nuevo paradigma curricular en Europa. *Foro de Educación*, 8(12). Recuperado de <http://forodeeducacion.com/ojs/index.php/fde/article/view/103>
- WEF (2016). The future of jobs. Employment, skills and workforce strategy for the Fourth Industrial Revolution. Global Challenge Insight Report. http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf
- Wicklein, R. C. y Schell, J. W. (1995). Case studies of multidisciplinary approaches to integrating Mathematics. *Science and Technology Education*, 6(2), 59-76. Recuperado de <https://doi.org/10.21061/jte.v6i2.a.5>

MiRA: Una experiencia de comunicación pública de la ciencia y la tecnología en torno al patrimonio

Patricia Silvana San Martín

Universidad Nacional de Rosario, Argentina

Gonzalo Darío Andrés

Universidad Nacional de Entre Ríos, Argentina

Resumen

El artículo presenta fundamentos teóricos, metodológicos y de desarrollo tecnológico de un proyecto de Comunicación Pública de Ciencia y Tecnología denominado MiRA: microscopía y realidad aumentada, la aventura de descubrir y comprender lo que no se ve. La problemática abordó los usos no protegidos del patrimonio cultural regional, tomando como caso el monumento histórico nacional erigido en honor la Bandera, situado en Rosario (Santa Fe, Argentina). MiRA se adscribió a una metodología de trabajo interdisciplinar vinculada con otros proyectos referidos a la educación patrimonial, dando continuación a la co-construcción de una red socio-técnica colaborativa de acceso abierto, denominada Dispositivo Hipermedial Dinámico Creativa Monumento. Entre sus avances y resultados se destaca la participación activa y entusiasta de la ciudadanía, que experimentó un proceso reflexivo de sensibilización sobre el patrimonio cultural. Asimismo, lo propuesto resultó una experiencia positiva y poco frecuente de alianza interinstitucional entre distintos centros de investigación y otras dependencias públicas educativas y culturales.

Palabras clave

Ciencia, tecnología y sociedad, construcción del conocimiento, metodologías activas, tecnología digital, edu-comunicación, acceso abierto.

MiRA: An experience of science and technology public communication with regard to heritage

Abstract

This paper presents the theoretical, methodological and technological fundamentals of a project of Science and Technology Public Communication entitled MiRA: microscope and augmented reality, the adventure of discovering and understanding that which we cannot see. The study discussed the non-protected uses of regional cultural heritage, through the example of the historic national monument erected in honor of the flag, in Rosario (Santa Fe, Argentina). MiRA implemented a methodology of interdisciplinary work linked to other projects associated with heritage education, continuing the co-construction of an open access socio-technical collaborative network, called Hypermedial Dynamic Creative Monument Device. Important advances and results of this project included the active and enthusiastic participation of citizens, who experienced a reflective

Keywords

Active methodologies, digital technology, edu-communication, knowledge construction, open access, science, technology.

Recibido: 06/02/2019

Aceptado: 28/02/2019

process of sensitization towards cultural heritage. Additionally, the proposed study was a positive experience and a rare example of inter-institutional alliance among different research centers and other public educational and cultural organizations.

Introducción

Las tecnologías info-comunicacionales en sus distintos formatos y soportes han sido clave para la circulación del conocimiento. Siguiendo a Verón (1997) y Hjarvard (2008), la creciente mediatización socio-técnica de las sociedades contemporáneas se caracteriza por dos procesos simultáneos: por un lado, los medios y tecnologías de comunicación poseen cada vez mayor centralidad en la vida social y política; por otro, el “atributo” comunicacional tiene cada vez más relevancia en todas las prácticas e instituciones científicas, culturales, educativas, políticas, entre otras.

En esta dirección, el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) de fácil portabilidad ha potenciado el acceso a un sinnúmero de espacios en red, que dan cuenta en tiempo real y diferido, tanto de una interactividad dialógica como de una gran diversidad de producción de paquetes textuales. Estas hibridaciones a gran escala marcan un estilo de época que caracteriza al nuevo milenio, generándose nuevas dinámicas, experiencias y campos transdisciplinarios que amplifican los escenarios de acceso y co-construcción de conocimiento (San Martín, 2003; Burbules, 2014). Asimismo, en un marco más general, se advierte que las prácticas edu-comunicacionales, tanto formales como no formales e informales, solicitan un desarrollo no excluyente, que atienda al contexto heterogéneo de acceso a las TIC de los destinatarios y a la multimodalidad textual.

En referencia a los procesos de generación y circulación de conocimiento provenientes de las instituciones científicas y tecnológicas, desde las últimas décadas del siglo XX se observan profundas transformaciones teóricas y metodológicas que conducen a cambios internos y externos de la comunidad científica (Echeverría, 2003; García, 2007). La complejidad de las problemáticas de la “tecnociencia” contemporánea ha evidenciado la necesidad de implementar metodologías de trabajo interdisciplinario para la construcción de conocimiento, llevadas adelante por equipos heterogéneos que involucren también a actores relevantes de sectores sociales, productivos o políticos en alianza interinstitucional (Thomas y Buch, 2008). En este marco, se pondera el trabajo en redes colaborativas socio-técnicas con fines específicos, la aplicación situada del conocimiento científico-técnico y la implementación de condiciones de evaluación y control ejercidas por un contexto social más amplio y participativo. Este enfoque socio-

técnico, conceptualizado como proceso de construcción social de las tecnologías (Bijker y Pinch, 1989), postula que la trayectoria de una tecnología constituye un proceso dinámico y complejo, compuesto por la materialidad *artefactual* y las tensiones, disputas y valores simbólicos. Por lo cual, una tecnología se co-construye a partir de características *artefactuales*, recursos económicos, condiciones materiales, ideologías, saberes, requerimientos y necesidades de los sujetos y las instituciones involucradas.

Un aspecto relevante, sobre las transformaciones de las instituciones científico-técnicas, es que las mismas se han hecho cargo de la comunicación pública de sus actividades y producciones más allá de los circuitos expertos tradicionales, utilizando diversidad de canales y formas de mediatización. Esto constituye un objetivo estratégico, tanto para adquirir mayor visibilidad y legitimidad social, como para intervenir en disputas políticas que afectan la estructura y el funcionamiento de la ciencia (Cortassa y Polino, 2015).

En Argentina, desde principios del siglo XXI, las políticas en Ciencia y Tecnología promueven y financian proyectos y programas de Comunicación Pública de la Ciencia y Tecnología (CPCT) destinados a diversos espacios culturales/educativos y ciudadanos. Si bien los actuales lineamientos nacionales y provinciales, tanto de Ciencia y Técnica como de Educación y de Cultura, promueven este tipo de prácticas, a la fecha estas resultan poco frecuentes, tanto por los aspectos burocráticos a resolver como por la emergencia de ciertos fraccionamientos políticos que actualmente experimenta Argentina. Asimismo, se evidencian entre la comunidad científica ciertos reparos hacia este tipo de proyectos, dado que, por lo general, resulta compleja su gestión ya que involucra una trama de acuerdos y compromisos interinstitucionales con distintos niveles de dependencia gubernamental, no exentos de tensiones y dificultades.

Siguiendo los lineamientos mencionados, y considerando los positivos avances logrados por una serie de proyectos de investigación y desarrollo, centrados en la problemática de educación patrimonial, hacia finales del 2017 se conformó una alianza socio-técnica entre miembros del Instituto Rosario de Investigaciones en Ciencias de la Educación (IRICE), del Instituto de Física Rosario (IFIR) y del Departamento de Educación del monumento histórico nacional a la bandera (Rosario, provincia de Santa Fe). La finalidad principal de este grupo fue la concreción de una propuesta de comunicación científico-tecnológica. Entonces, los miembros de la alianza se plantearon colectivamente las siguientes interrogantes: ¿Cómo concebir y desarrollar un dispositivo comunicacional de ciencia y tecnología respondiendo a problemáticas contextualizadas desde un enfoque socio-técnico? ¿Cómo activar procesos de reflexión sobre dichas problemáticas en distintos ámbitos educativos, culturales y académicos, considerando un extenso rango

etario? ¿De qué manera, desde un problema concreto, pueden converger distintos campos disciplinares y saberes para el desarrollo de contenido tanto en el polo productor como en el polo receptor? ¿Cómo generar sostenibilidad a un proceso de comunicación pública de la ciencia y tecnología, utilizando las TIC en su potencialidad, pero, a su vez, atendiendo la realidad del contexto socio-técnico? ¿Cómo motivar la participación responsable y el diálogo comunitario para activar procesos de sensibilización en patrimonio?

A partir de estas interrogaciones, se elaboró el proyecto de CPCT MiRA: Microscopía y Realidad Aumentada, la aventura de descubrir y comprender lo que no se ve, el cual fue evaluado y financiado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la provincia de Santa Fe (Argentina). La problemática que se abordó se centró en los usos no protegidos del patrimonio cultural regional, tomando como caso el monumento histórico nacional en honor a la bandera.

Seguidamente se expondrán algunos aspectos significativos sobre la CPCT. Luego se mencionarán los avances y resultados que, en el marco de la edu-comunicación patrimonial, posibilitaron la ideación del proyecto MiRA. A continuación, se referirán los avances en su desarrollo y se discutirán los alcances de su puesta en circulación, en función de la sostenibilidad de lo propuesto. Finalmente, se abordarán breves conclusiones sobre la experiencia realizada.

Breves antecedentes sobre la CPCT

Siguiendo a Echeverría (2003), se puede decir que la estructura y funcionamiento de la tecnociencia contemporánea no se compone solamente por la comunidad científico-técnica, sino que incluye un complejo entramado de agentes que poseen diferentes (y contrapuestos) valores e intereses. Esta etapa surgida mundialmente en la década de 1980, se caracteriza por una serie de rasgos constitutivos: la magnitud de los proyectos encarados, la interrelación entre la tecnociencia industrial y los Estados, la injerencia y preeminencia del financiamiento, la pluralidad de agentes implicados y la conflictividad de valores e intereses en relación con las consecuencias medioambientales.

Esta interrelación entre la ciencia y la sociedad, según Godin y Gingras (2000), se efectúa de tres modos: (i) el aprendizaje adquirido en instituciones de educación formal o a través de los medios de comunicación, los museos o las actividades de ocio; (ii) la implicación de los investigadores prácticas de difusión, la popularización del saber o la sensibilización sobre determinados temas o problemáticas por fuera de sus actividades profesionales habituales; y (iii) las políticas públicas de desarrollo de insti-

tuciones dedicadas a las actividades de investigación, desarrollo e innovación.

Sobre estos modos, en el contexto iberoamericano se ha evidenciado una creciente cantidad y relevancia de proyectos dedicados a la divulgación y popularización de la ciencia. El ejemplo más claro de ello es la creación de departamentos y direcciones de comunicación en las universidades e institutos de investigación (Neffa y Cortassa, 2012), y el significativo número de eventos, actividades y convocatorias destinadas a la promoción de la cultura científica y tecnológica, provenientes del sector.

Existe consenso en torno a que esta mayor interrelación entre las instituciones científicas con el resto de la sociedad aumentó su responsabilidad ética, epistémica y política, pero también habilitó una mayor demanda y expectativa por parte de la ciudadanía. Por lo cual, las nuevas formas de circulación de información y el aumento de los índices de alfabetización pusieron en discusión la unilateralidad de la comunicación que caracterizó al modelo tradicional de comprensión pública de la ciencia (denominado PUS: *public understanding of science and technology*), donde la comunidad científica difunde sus conocimientos al resto de la sociedad “lega”.

En las últimas décadas, más allá del mencionado modelo difusionista, se revelan otros enfoques que proponen un tipo de vinculación entre la ciencia y el público, basado en el diálogo e intercambio de saberes. Por ejemplo, el modelo de compromiso público con la ciencia y la tecnología (denominado PEST: *public engagement with science and technology*) concibe una relación bidireccional en el flujo comunicacional ciencia-público. Sin embargo, según Alcibar (2015), en este modelo todavía se enfatiza el cambio en el público, asumiendo que este se empodera en sus interacciones activas con la ciencia, sin ningún cuestionamiento acerca de la institución científica.

Siguiendo este proceso, se podría decir que progresivamente las concepciones alfabetizadoras y lineales de los procesos comunicativos han cedido terreno –por lo menos en lo retórico– a corrientes de corte etnográfico-contextuales, que conciben una vinculación más participativa por parte del público. Estas concepciones se sustentan en la hipótesis constructivista basada en que no solamente los investigadores científicos disponen de un conocimiento experto, sino que todas las personas conocen el mundo en el que viven y pueden aportar saberes y experiencias para su comprensión. En esta dirección, el modelo de comprensión crítica de la ciencia en público (CUSP: *critical understanding of science in public*) habilita la producción conjunta de sentido sopesando los pros y contras que suscita la tecnociencia contemporánea (Horst, 2008).

El modelo CUSP reconoce cierto tipo de *expertise* de los especialistas en determinadas áreas o disciplinas fundamentando,

a su vez, la existencia de una ecología distribuida de saberes. Lo cual implica considerar a todos los participantes del proceso comunicacional como actores relevantes que interactúan en situaciones complejas devenidas en los diversos contextos de práctica. En este sentido, es posible observar su convergencia teórica con la perspectiva del enfoque socio-técnico ya mencionada, al proponerse modelos comunicacionales que propicien lo que Miller (2001) denominó Modelo 3-D: diálogo, discusión y debate. Los ámbitos posibles de estos procesos suelen ser muy diversos: por ejemplo, museos, centros de ciencia y tecnología y exhibiciones que proponen recorridos interactivos y multimodales al público (Friedman, 2010), como así también otros espacios institucionales u organizacionales, tanto físicos como virtuales, por ejemplo, foros y redes sociales. No obstante, en el contexto regional se observa que las experiencias de CPCT son sumamente diversas y heterogéneas en sus enfoques paradigmáticos (Gasparri y Casasola, 2017). Vale decir, además, que si bien las perspectivas teóricas más actuales promueven una participación activa del ciudadano en el devenir de la ciencia, aún persisten propuestas con enfoques lineales de divulgación y difusión de saberes expertos.

Edu-comunicación en patrimonio

Estas estrategias más horizontales tipo Modelo 3-D son comunes también en prácticas planteadas en el campo de la edu-comunicación, ya sea en ámbitos formales, no formales o informales (Barbas Coslado, 2012).

Martín Cáceres y Cuenca López (2015), al referirse a la comunicación patrimonial, plantean que el patrimonio es un elemento más del acervo cultural, natural e histórico, que se puede analizar a través de la teoría de la comunicación. Por lo tanto, el patrimonio existe si esta teoría se plasma de forma efectiva. Según estos autores, el patrimonio solo es posible si existe un proceso comunicacional y, a su vez, ellos plantean que, sin dicho proceso, es imposible desarrollar un proceso educativo. Asimismo, Silberman (2015, p. 5) advierte que sin una participación esencial de la comunidad que enriquezca la interpretación de un sitio del patrimonio mundial, tanto los espacios de visitas como las aplicaciones multimedia más hábilmente diseñadas, carecerán de raíces entre la población residente, ya que los residentes son el único grupo que puede garantizar la sostenibilidad del sitio a largo plazo. Entonces, el proceso comunicacional, en sus diferentes formas de mediatización, es clave para la socialización y sensibilización del patrimonio y requiere indiscutiblemente de la participación de la comunidad en el marco de una ecología distribuida de saberes.

En el apartado anterior se han mencionado algunas coincidencias de los enfoques críticos de la CPCT con el enfoque

socio-técnico. Llegados a este punto, es clara la relevancia de los procesos edu-comunicacionales en cuanto al patrimonio, al igual que la emergencia de un posicionamiento crítico acerca de las conceptualizaciones tradicionales sobre lo patrimonial. Siguiendo a Smith (2011), se lo concibe como un proceso comunicacional activo de recuerdo y olvido, que se desenvuelve para ayudar a transitar y mediar el cambio cultural y social, así como temas sociales y políticos contemporáneos.

Desde esta perspectiva, el proyecto de CPCT MiRA se generó a partir de los avances y resultados de una serie de proyectos de investigación y desarrollo en relación con la edu-comunicación patrimonial,¹ cuyo objetivo común se centró en la co-construcción y sostenibilidad de una red socio-técnica colaborativa denominada Dispositivo Hipermedial Dinámico (DHD) Creativa Monumento (<http://creativamonumento.irice-conicet.gov.ar>).

Sobre el antecedente DHD Creativa Monumento

A fin de facilitar la comprensión del trayecto de desarrollo de MiRA, realizado durante el 2018, se expondrán a continuación algunos aspectos significativos del DHD Creativa Monumento.

El trayecto de co-construcción de este dispositivo hipermedial dinámico comenzó en el 2015 a partir de la conformación de una alianza interinstitucional. El DHD Creativa Monumento se conceptualiza como una red socio-técnica de acceso abierto, cuyo propósito se centra en promover procesos de comunicación patrimonial en ámbitos formales y no formales, tomando como eje los sentidos que se despliegan en torno al monumento histórico nacional a la bandera (MB). La iniciativa surgió en acuerdo entre instituciones científicas, educativas y de gestión cultural municipal de Rosario al observar: la necesidad de desarrollar acciones físico-virtuales de socialización y sensibilización en patrimonio; que la educación patrimonial es un área no aprovechada en Argentina; y la baja utilización de recursos TIC en relación con el MB (San Martín y Rodríguez, 2017).

El MB –como hecho social– entrama múltiples aspectos que configuran un colectivo identitario que trasciende el marco regional, pero, a su vez, define características propias de su

1 Proyectos de investigación y desarrollo en relación al DHD Creativa Monumento:

- 1HUM459: Construir dispositivos hipermediales lúdicos, inclusivos y accesibles. Instituto Rosario de Investigaciones en Ciencias de la Educación y Universidad Nacional de Rosario. (2014-2017).
- PIO 2010-047-16: Explorar, conocer y crear en el contexto físico-virtual del Monumento Histórico Nacional a la Bandera. Financiado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, Gobierno de Santa Fe, Argentina. (Res. Núm. 118-2016; 2017).

emplazamiento territorial tanto en el presente como en el devenir temporal socio-histórico. Dicho monumento fue inaugurado el 20 de junio de 1957, fecha patria que conmemora el fallecimiento del general Manuel Belgrano, quien enarboló por primera vez la bandera nacional, a orillas del río Paraná donde el ejército criollo luchaba contra el avance de las tropas realistas. Este sitio es visitado por más de 350 mil personas al año y se realizan en su patio cívico numerosos eventos de distinta índole: la promesa a la bandera nacional por alumnos de escuelas primarias de todo el país, conmemoraciones patrias, conciertos, actos políticos, festejos deportivos, entre otros. Cabe señalar que, en distintas situaciones, ha sido vandalizado con grafiti en su revestimiento travertino, pintadas, inscripciones y rayaduras en sus estatuas y farolas de bronce.

En la alianza interinstitucional participaron miembros del Instituto Rosario de Investigaciones en Ciencias de la Educación (IRICE), del monumento histórico nacional a la bandera (MB), docentes de nivel inicial, primario, secundario y superior de la Escuela Normal Superior núm. 36 Mariano Moreno de Rosario y del Programa Escuela Móvil de la Secretaría de Cultura de la Municipalidad de Rosario (treinta actores relevantes en total). A partir del desarrollo de un marco teórico común interdisciplinario con relación al patrimonio, se constituyó un grupo de trabajo, compuesto por profesionales provenientes de distintas disciplinas que participaron bajo la modalidad de responsabilidad distribuida, en la co-construcción de dicho dispositivo. Entre las problemáticas abordadas, se cuenta la organización de distintas tareas y actividades según los perfiles de los participantes: creación de guiones, ejes temáticos, realización audiovisual, resolución de aspectos de uso, navegación, accesibilidad, modos y políticas de participación y la definición de las tecnologías de código abierto a utilizar.

La producción y organización de los contenidos en acceso abierto se definió en torno a tres categorías:

- ▶ Constructores de ciudadanía: aquellas personas que desde sus obras contribuyeron a fortalecer la ciudadanía.
- ▶ Itinerarios creativos: guías propositivas para el desarrollo de prácticas educativas formales y no formales que dinamicen la participación ciudadana en relación con el patrimonio.
- ▶ Obras abiertas: producciones individuales o grupales que abordan la socialización, sensibilización y recreación del patrimonio cultural.

En síntesis, la etapa de co-construcción del DHD Creativa Monumento se hizo efectiva bajo los enfoques teórico-metodológico y socio-técnico, considerando –más allá de los aspectos técnicos–

la compleja trama de los diversos factores que vinculan lo social, *artefactual* y discursivo en el contexto físico-virtual contemporáneo (Thomas, 2012). Así, pues, se busca promover la participación no-excluyente de distintos grupos sociales, cuya finalidad conjunta sea la concreción de proyectos culturales, científicos, tecnológicos o educativos (San Martín, Andrés y Rodríguez, 2017).

Durante el trayecto de co-construcción del DHD Creativa Monumento se constató, tanto la significación identitaria que reviste para la ciudadanía de la ciudad de Rosario el mencionado monumento, como los cotidianos hechos de uso no protegido que se reportan institucionalmente. Esta situación activó la generación del proyecto MiRA a fines del 2017 en dicho contexto.

MiRA como obra abierta

La expansión de Internet y la digitalización de los materiales han permitido un crecimiento exponencial sin precedentes en cuanto a la circulación de contenidos y discursos globalmente. Esta situación profundizó el desfase y la descontextualización entre las condiciones de producción y la recepción-reconocimiento (Verón, 2013); pero a su vez, habilitó una mayor difusión y visibilidad de las prácticas, saberes y experiencias (Manovich, 2017). Si bien se han generado nuevos mecanismos, soportes y espacios técnicos para la conservación y preservación de la información y el desarrollo de conocimiento en redes extensas, esto no implica un borrón de metodologías educativas o buenas prácticas ya existentes (Silva Quiroz y Maturana Castillo, 2017).

En ese sentido, el proyecto MiRA –en tanto actividad del DHD Creativa Monumento– se ideó como una obra abierta, que se concibió a principios del 2018, para habilitar la memoria y la resignificación de legados relevantes del patrimonio educativo. Por ejemplo, en el ámbito internacional, cabe mencionar las propuestas de mediatización edu-comunicacional de Freinet, donde participaba la comunidad educativa utilizando la imprenta como soporte para promover la libre expresión (Basto, 2011).

Asimismo, se recuperaron las experiencias locales de las Misiones culturales infantiles, llevadas a cabo en la Escuela pública experimental núm. 69 Dr. Gabriel Carrasco, de la ciudad de Rosario, entre los años 1935 y 1950, bajo la dirección de las maestras Olga y Leticia Cossettini (Fernández, Welti y Guida, 2009). Al respecto, resulta de interés mencionar que el instituto IRICE resguarda el archivo pedagógico Cossettini, patrimonio del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), y que una significativa muestra está disponible en acceso abierto en el DHD Memoria y Experiencia Cossettini (San Martín, 2017). Como ejemplo, en la Figura 1 se pueden observar dos fotografías históricas: a la derecha, se muestran los niños portando la caja de

Figura 1. Fotografías del uso de un microscopio en una misión cultural infantil.



un tradicional microscopio camino hacia una misión cultural; a la izquierda, las madres observando a través del mismo.

La obra abierta MiRA, en la parte complementaria de su título, invita a un juego interpretativo y experiencial: “La aventura de descubrir y comprender lo que no se ve”, que evoca el impulso que conduce a profundizar y discutir las hipótesis de conocimiento, donde la mediatización en su historicidad ha brindado todo tipo de herramientas metodológicas y técnicas en las múltiples dimensiones de lo físico y lo virtual (Andrés y San Martín, 2018). Y, a su vez, en continuidad con la primera parte del título, motiva a experimentar las modificaciones que se manifiestan en las formas de concebir e interpretar las materialidades y características del mundo natural y material, a partir del desarrollo de nuevas formas de visualización, como lo posibilitan las tecnologías de microscopía electrónica y realidad aumentada.

En este marco y con base en un modelo comunicacional de la ciencia y tecnología que permita acercar a un amplio público la problemática de sensibilización en torno al MB, en espacios físicos y virtuales, la propuesta de MiRA consideró las actuales posibilidades de mediatización.

Sobre las potencialidades de las TIC, siguiendo a Ruiz Cerillo (2019), se constató el desconocimiento y subutilización de las posibilidades de la realidad aumentada y sus aplicaciones en los distintos campos del conocimiento, especialmente en Argentina, tanto en procesos de comunicación de la ciencia, como en prácticas educativas formales, no formales e informales. Por lo cual, se ponderó la proyección narrativa en realidad aumentada de las representaciones que posibilita la microscopía electrónica de barrido, en conjunción con la disponibilidad de la plataforma colaborativa de acceso abierto Creativa Monumento. Así, en tiempo real, se modeló una visión de los materiales del monumento a la

bandera con tecnología de realidad aumentada, utilizando imágenes de alta resolución con distintas magnificaciones y buena profundidad de campo, generadas por un microscopio electrónico a partir de distintas muestras originales.

Las secuencias digitales realizadas en formato de video, se pueden visualizar tanto en espacios físicos mediante dispositivos móviles, al igual que en la plataforma virtual colaborativa de acceso abierto, vinculadas a otros recursos y temáticas de interés. De esta manera, no solo se amplían las posibilidades de información, sino que se habilita la participación de nuevos integrantes de la red, la emergencia de un sinnúmero de intercambios multidireccionales y el acrecentamiento de contenido. Asimismo, las herramientas informáticas de estadísticas asociadas permiten conformar un registro dinámico de la diversidad de opiniones y pluralidad de producciones individuales o grupales en las tres categorías definidas; lo cual colabora en la selección de distintas temáticas de relevancia transversal en torno al patrimonio, para construir conocimiento en los distintos campos disciplinares involucrados.

Entonces, la sostenibilidad de MiRA conceptualizada como una obra abierta, más allá del primer nivel constructivo, requiere de continuidad en la puesta en práctica de una dinámica de participación responsable, que implique, tanto para la ciudadanía en general como para las distintas instituciones y organizaciones, una toma de conciencia sensible y activa en cuanto a lo que significa el patrimonio como proceso y bien común.

Metodología

El proyecto se articuló metodológicamente a partir de cuatro etapas que se desarrollaron sucesivamente en los trimestres correspondientes al año 2018. Las mismas se listan sintéticamente a continuación:

1. Preproducción: Estudio topográfico basado en el listado de acciones de deterioro. Definición y recolección de muestras. Selección de protocolos de preparación y observación en función de los requerimientos. Selección de tecnologías de realidad aumentada.
2. Producción: Preparación de muestras para su observación por microscopía electrónica de barrido y obtención de 160 imágenes. Diseño de objetos de realidad aumentada y desarrollo informático de la aplicación.
3. Posproducción: Realización de cuatro videos. Desarrollo y prueba de itinerarios multimodales. Testeo básico. Realización e impresión de piezas gráficas. Planeación de eventos en el MB y en otras instituciones educativas y culturales.

4. Circulación: Realización de eventos en el MB, en dos escuelas de nivel secundario y en un centro cultural. Promoción del proyecto: radial, impresa y en diversos sitios de Internet. Fichaje de solicitudes de eventos para el 2019. Entrevistas a participantes y documentación de la experiencia. Subida de nuevos recursos y fichas a la plataforma colaborativa Creativa Monumento.

Estas etapas se llevaron a cabo con formas de trabajo interdisciplinar (García, 2007). El grupo interinstitucional lo conformaron investigadores, becarios, profesionales, personal de apoyo a la ciencia y tecnología y colaboradores provenientes de la física de materiales, preservación patrimonial, ciencias de la educación, ingeniería informática, comunicación social, artes multimediales y gestión cultural.

Durante la primera etapa se relevó y catalogó un extenso listado de acciones de deterioro que afectan a los distintos materiales del MB. Luego, en consideración al ajustado tiempo de producción disponible, se seleccionaron dos tipos de materiales que prevalecen visualmente en el MB: el travertino, que recubre completamente toda la edificación, y el bronce, que destaca en la ornamentación del mismo (farolas, estatuas, frisos, etc.). A continuación, se seleccionaron acciones frecuentes (voluntarias o involuntarias) que producen los visitantes: derrame de gaseosa cola y de yerba mate sobre el travertino, al igual que diversas escrituras con líquido corrector en las piezas de bronce. A partir de estas selecciones, la propuesta se articuló desde una pregunta pensada como *leit motiv*: “¿Qué sucede si...?”

Asimismo, se destacaron las palabras originales de la artista Lola Mora (1866-1936), que en su momento, por razones políticas y de género, le fuera cancelada y censurada la obra escultórica muy avanzada del anterior MB. Esta artista fue reconocida *post mortem* como la primera escultora argentina, pero, dado el escaso reconocimiento histórico de sus incursiones en ciencia y tecnología, se consideró relevante formular una interrogación al respecto.

Entonces, de los cuatro videos realizados, tres muestran con la técnica de microscopía electrónica de barrido una secuencia comparativa del material original con el material dañado. En cada video se visualizan distintas magnificaciones y se finaliza con una frase alusiva al cuidado del patrimonio público que busca motivar el diálogo reflexivo. En la edición audiovisual se integraron gráficos 3D, *Motion Graphics*, realidad aumentada, programación de videojuegos y programación de *app* móviles (Figura 2).

El cuarto video es una producción original escénica que tiene como protagonista a Lola Mora en el actual MB. La representación la realizó una actriz rosarina que también participó en propuestas teatrales similares, generadas por el Departamento de Cultura y Educación de dicho monumento.

Figura 2. Niño observando el video en la experiencia de realidad aumentada.



La configuración tecnológica final de MiRA en su etapa de circulación dispone de un *set* móvil, que se compone de una maqueta central y cuatro atriles con distintos marcadores que, al ser detectados por la cámara de un *smartphone* o *tablet*, “disparan” el video. Cabe señalar que también se desarrolló una maqueta impresa en 3D, para utilizar en otras instituciones fuera del MB. La aplicación de realidad aumentada desarrollada (*app* en el sistema operativo Android) permite distintas funcionalidades, como pausar, reiniciar, retroceder, avanzar, aumentar o disminuir la imagen. Dada la ausencia o inestabilidad de una conexión inalámbrica libre en las instituciones públicas o el requerimiento de tecnología que podría ser excluyente para algunas personas, se decidió facilitar la tecnología móvil necesaria y operativa para la experiencia de realidad aumentada.

En la ficha de MiRA,² obra abierta del DHD Creativa Monumento, es posible conocer los videos producidos, la información ampliatoria sobre el proyecto, las preguntas frecuentes y las especificaciones sobre las tecnologías utilizadas, además de la vinculación a otras fichas de constructores de ciudadanía, itinerarios creativos y obras abiertas. Dicha ficha de acceso abierto presenta dos formas de visualización; una de ellas es accesible a lectores de pantalla y responde a la telefonía móvil y además se puede acceder desde cualquier dispositivo computacional. Asimismo, con

2 Ficha MiRA: <http://creativamonumento.irice-conicet.gov.ar/sistema/?q=fichas-vida-desde-inicio/98/98>. Visualización accesible y de telefonía móvil: <http://creativamonumento.irice-conicet.gov.ar/sistema/?q=fichas-accesibles/98>

una cuenta de usuario, o si es miembro de Facebook, se pueden efectuar comentarios.

Tanto en la distribución general como en los eventos específicos también se entregó una cartilla con preguntas motivadoras, información institucional del proyecto y un código QR, que vincula directamente a la obra abierta MiRA de la plataforma colaborativa.

A fin de documentar lo realizado, se procedió a la toma de fotografías y videograbaciones de la experiencia; se efectuaron breves entrevistas a los participantes; apuntes de observación participante; y una co-evaluación en el grupo de trabajo vinculada a la alianza socio-técnica específica de MiRA.

A continuación, la Figura 3 sintetiza el modelo final de configuración tecnológica de MiRA.

Resultados

Sobre los resultados alcanzados, se destaca no solo la favorable recepción de la ciudadanía de la propuesta MiRA, sino también el trayecto interdisciplinario del propio proyecto que se constituyó en una primera experiencia de alianza interinstitucional, dando cuenta del trabajo coordinado entre distintos centros de investigación y otras dependencias públicas educativas y culturales.

El marco teórico común desarrollado posibilitó al grupo de trabajo un aprendizaje mutuo en torno a conceptos de la física de materiales, técnicas de microscopía, problemáticas medioambientales, participación ciudadana, preservación patrimonial, modelos comunicacionales, desarrollo de aplicaciones, lineamientos estéticos, medios audiovisuales, criterios de usabilidad, entre otros.

Figura 3. Modelo de configuración tecnológica de MiRA.



Esto posibilitó la rotación de miembros del equipo en las jornadas de circulación y la fluidez de su desempeño como animadores de la experiencia. Asimismo, movilizó a otros investigadores a interesarse por la experiencia que fue puesta en práctica también en uno de los institutos del Centro Científico Tecnológico Rosario del CONICET (CCT-Rosario). Con la intención de promover este tipo de metodología de trabajo y desarrollo tecnológico y educativo, el director regional de dicho centro solicitó al equipo de MiRA un próximo encuentro durante el año 2019, dirigido a miembros de los catorce institutos que componen el CCT-Rosario, al igual que la participación de MiRA en espacios informales públicos, en conmemoración del día del investigador argentino (10 de abril de 2019).

Sobre la circulación del *set* móvil durante distintas jornadas programadas en los meses de noviembre y diciembre de 2018, se puede decir que superaron las 750 personas participantes de un rango etario entre 6 y 90 años. Las actividades se adecuaron a los diversos contextos institucionales teniendo en cuenta horarios diurnos y nocturnos.

En el MB la experiencia se articuló con las visitas guiadas generales ya programadas por la institución, dirigidas a grupos de estudiantes de distintos niveles, a personas de la tercera edad, grupos turísticos, entre otros.

En la galería de honor de las banderas de América, luego de una muy breve introducción a cargo de uno o dos miembros del equipo de trabajo, las personas circulaban observando los distintos videos correspondientes a cada uno de los atriles. A partir de las preguntas u opiniones que formulaban, se realizaba el intercambio dialógico y se las invitaba a comentar la experiencia motivándolas, además a participar del DHD Creativa Monumento, con la entrega del folleto impreso. La dinámica de la experiencia en su circulación se desarrolló muy ágil, ya que en las distintas jornadas la afluencia de visitantes siempre fue intensa y variada.

También se realizaron actividades en el salón-bar de entrada de un centro cultural ubicado en la zona céntrica de la ciudad, donde la experiencia se desarrolló de forma similar durante los momentos de mayor afluencia de público, especialmente en horarios previos a los espectáculos ya programados.

En los establecimientos educativos los eventos estuvieron vinculados al programa del CCT-Rosario denominado “Los científicos vuelven a la escuela”, que promueve la comunicación pública de la ciencia y las vocaciones científicas y tecnológicas. Se trabajó específicamente en dos escuelas con alumnos del nivel secundario acompañados por el profesorado. Además, en una tercera institución educativa, la experiencia se configuró en el marco del curso regular de una especialización docente de nivel superior en Didáctica de las Ciencias de la Computación para el nivel primario de escolaridad. En estos escenarios formales, los tiempos de la

experiencia fueron más extensos, como así también los intercambios, preguntas y opiniones de los participantes, ya que permanecían en el espacio físico del aula.

En las escuelas secundarias, la interacción docentes-alumnos y docentes-docentes enriqueció la experiencia. El deterioro de objetos patrimoniales, ya sea por vandalismo o por un uso no protegido, permitió abordar conceptos como desgaste, corrosión, ataque químico, dureza y otros conceptos tanto físicos como de las ciencias sociales, puestos en perspectiva desde la acción humana sobre el material y sus consecuencias. En este sentido, no solo se trataron los elementos técnicos de la física de los materiales y toda su tecnología derivada, sino que se abordó la transversalidad de esta problemática en la convivencia ciudadana. Finalmente, se discutió el rol de los científicos en este tipo de problemas. En la Figura 4, se pueden observar algunos registros de MiRA en los distintos ámbitos.

En la especialización docente, se presentó MiRA en el marco del módulo Proyecto Integrador II. Luego se analizó, bajo el marco teórico-metodológico de los dispositivos hipermediales dinámicos, cómo se aborda una problemática compleja a partir de un enfoque proyectual sobre el patrimonio, donde la programación y la utilización creativa de la TIC se presenta transversal a los contenidos de las asignaturas curriculares tradicionales. En los diálogos y entrevistas, los cursantes valoraron las características socio-técnicas de la propuesta y la síntesis comunicacional en la presentación de contenido.

A partir de la documentación revelada, se puede decir que en todos los ámbitos la experiencia fue ponderada positivamente. Los

Figura 4. La experiencia MiRA en distintos ámbitos.



destinatarios mostraron un marcado interés por la forma novedosa y activa de tratar una problemática situada en un patrimonio cultural que la comunidad ha vivenciado de múltiples formas.³ Un buen número de personas, interesadas a su vez por el DHD Creativa Monumento, solicitó llevarse varias cartillas impresas para repartir entre familiares, profesionales amigos o en su institución educativa. Los directivos y docentes que participaron de la experiencia solicitaron distintos tipos de futuros intercambios con el Instituto de Ciencias de la Educación, para llevar adelante proyectos de educación patrimonial, para fortalecer los marcos teóricos, metodológicos y de integración tecnológica. Quienes accedieron a la experiencia en el MB o en el centro cultural plantearon la posibilidad de llevar MiRA a su institución educativa para trabajar la temática con el alumnado y participar de Creativa Monumento.

La tecnología informática desarrollada no presentó ningún inconveniente y no se registraron problemas de uso o aplicabilidad. Asimismo, la visualización ampliada en realidad aumentada de los procesos físicos microscópicos, que estudia la física de los materiales, permitió un acercamiento a las funcionalidades que permite la microscopía electrónica de barrido y apreciar así la alta tecnología y el nivel científico que acredita el CCT-Rosario –cabe destacar que dicho microscopio es uno de los pocos que tiene el sistema de Ciencia y Técnica de Argentina–.

Discusión

De todo lo expuesto, se evidencia que las interrogantes que guiaron el desarrollo del proyecto se inscriben con amplitud en el actual contexto sociocultural, donde convergen tres situaciones: 1) un crecimiento exponencial de la mediatización socio-técnica, debido a la expansión de la accesibilidad y aplicabilidad de las TIC en los ámbitos cotidianos, educativos y laborales (Hjarvard, 2008); 2) mayor relevancia y acrecentamiento de la vinculación entre los científicos y tecnólogos con la sociedad en su conjunto (de Semir, 2015); y 3) la necesidad de realizar procesos de sensibilización y socialización del patrimonio cultural que superen el mero instrumentalismo tecnológico (King, Stark y Cooke, 2016).

Por lo cual, se consideró pertinente la concreción de un proyecto que integre el legado de experiencias educativas relevantes, recupere fundamentos de la edu-comunicación patrimonial y desarrolle procesos de CPCT participativos y críticos. Así pues, MiRA habilitó regionalmente prácticas innovadoras de sensibilización hacia el patrimonio, con el propósito de potenciar la comunicación

³ Breve compilado de opiniones sobre MiRA: <https://youtu.be/d4NeURGhPd4>

científica y procesos edu-comunicacionales utilizando una tecnología colaborativa de acceso abierto desarrollada *ad hoc*.

Entonces, la ejecución del proyecto vinculada al DHD Creativa Monumento continuó la co-construcción de un andamiaje interdisciplinar-interinstitucional que posibilitó: 1) abordar de manera compleja la problemática; 2) aprovechar intensivamente la infraestructura tecnológica disponible; y 3) desplegar motivadoramente las capacidades creativas socio-técnicas, con disponibilidad hacia el trabajo interdisciplinar y la vinculación con la comunidad en su conjunto.

En relación con las dificultades de factibilidad de este tipo de proyectos, los avances logrados en el DHD Creativa Monumento, facilitaron los aspectos burocráticos y de gestión interinstitucional requeridos. Lo mismo se puede decir del programa en curso “Los científicos vuelven a la escuela”, donde ambos institutos de investigación participan regularmente.

En vista de la sostenibilidad y circulación de la problemática en el mediano y largo plazo, se observa necesario que MiRA no pierda su condición inicial de obra abierta en el DHD Creativa Monumento. Por lo cual, es necesario dar continuidad a las acciones participativas estratégicas, a fin de lograr un crecimiento exponencial de la red socio-técnica inicial, y activar así la creación de nuevos contenidos. Esto implica la participación responsable de la ciudadanía en general, al igual que de las distintas instituciones y organizaciones, especialmente en el campo educativo.

A partir de lo expuesto, los resultados del proyecto se podrían sintetizar como un inicio motivador hacia una toma de conciencia sensible sobre el patrimonio cultural. Pero resulta imperativo la consustanciación de proyectos en torno a estas problemáticas, es decir, que las motivaciones expresadas por quienes participaron de la experiencia se materialicen en acciones efectivas.

Breves conclusiones

En este artículo, partiendo del desafío de un proyecto en el campo de comunicación pública de la ciencia y la tecnología, referido a una problemática de sensibilización en patrimonio, se expusieron sintéticamente las tipologías más frecuentes de dichos procesos, que se inscriben en distintas perspectivas acerca de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad. Asimismo, se hizo explícito el posicionamiento asumido en relación al enfoque socio-técnico, como construcción social de la tecnología. Luego, se mencionaron experiencias y perspectivas educacionales, fundamentadas en el respeto de la libre expresión comunitaria y en el vínculo indisoluble escuela-comunidad. Posteriormente, se hicieron explícitos los aspectos significativos del proyecto antece-

dente DHD Creativa Monumento sobre edu-comunicación patrimonial que generó lo propuesto en MiRA.

Más allá de lo efímero que caracteriza por lo general a los estilos y formatos comunicacionales contemporáneos, se buscó motivar la producción abierta de intercambios consistentes donde fuera posible poner en acto una construcción crítica de conocimiento. En este caso, el foco se ha centrado en el patrimonio y los procesos de sensibilización, que se pueden activar en relación con complejas problemáticas observadas y al vacío en cuanto a propuestas en el nivel regional, tanto en el campo de la CPCT como en referencia a la educación patrimonial.

Entonces, desde un posicionamiento crítico y constructivista, se considera que la noción de dispositivo hipermedial dinámico, en tanto red socio-técnica no excluyente, promueve las dinámicas relacionales colaborativas de los actos, actores y artefactos que componen una alianza socio-técnica. Lo cual le otorgó a MiRA un marco teórico, metodológico y tecnológico, potenciando las posibilidades del actual contexto mediatizado e inteconectado.

En el ámbito nacional, la experiencia se presenta como innovadora, por su dinámica de producción interdisciplinar y con respecto a sus múltiples ámbitos, modalidades (formal, no formal/ informal) y formas de presencia (física/virtual) para su desarrollo. Finalmente, MiRA resulta un antecedente motivador de CPCT donde la concepción, desarrollo, circulación y prospectiva de sostenibilidad del proyecto da cuenta de la interdependencia de los múltiples saberes y prácticas indispensables de poner en práctica en los procesos de construcción ciudadana y aprendizaje participativo plural y responsable, que en la trama comunitaria es necesario aún transitar, sin ningún tipo de exclusión.

Se declara que no existe conflicto de intereses respecto a la presente publicación.

Referencias

- Alcíbar, M. (2015). Comunicación pública de la ciencia y la tecnología: una aproximación crítica a su historia conceptual. *Arbor*, 191(773), a242. doi: 10.3989/arbor.2015.773n3012.
- Andrés, G. y San Martín, P. (2018). Aportes teóricos-metodológicos para el análisis de sostenibilidad socio-técnica de prácticas educativas mediatizadas. *Revista de Educación*, 13, 143-161. Recuperado de <https://bit.ly/2O7wBTp>
- Barbas Coslado, A. (2012). Educomunicación: desarrollo, enfoques y desafíos en un mundo interconectado. *Foro de Educación*, 14, 157-175. Recuperado de <https://bit.ly/2JfE11i>

- Basto, S. (2011). La comunicación y la naturaleza en las teorías pedagógicas de Comenio, Rousseau, Pestalozzi, Buber y Freinet, hacia la fundamentación de una Educomunicación ambiental. *Espiral, Revista de Docencia e Investigación*, 1(1), 29-44. Recuperado de <https://bit.ly/2Y2dTRp>
- Bijker, W. y Pinch, T. (1989). *The social construction of technological systems: New directions in the sociology and history of technology*. Cambridge, EE UU: MIT.
- Burbules, N. C. (2014). Los significados de 'aprendizaje ubicuo'. *Archivos Analíticos de Políticas Educativas*, 22(104). doi: 10.14507/epaa.v22.1880.
- Cortassa, C. y Polino, C. (2015). *La promoción de la cultura científica. Un análisis de las políticas públicas en los países iberoamericanos*. Buenos Aires, Argentina: Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad. Recuperado de <https://bit.ly/2Sv5xSw>
- De Semir, V. (2015). *Decir la ciencia. Divulgación y periodismo científico de Galileo a Twitter*. Barcelona, España: Edicions de la Universitat de Barcelona.
- Echeverría, J. (2003). *La revolución tecnocientífica*. Madrid, España: Fondo de Cultura Económica.
- Fernández, M.C; Welti, M.E. y Guida, M. E. (2009). Las misiones de divulgación cultural en la experiencia pedagógica de Olga y Leticia Cossetini (Rosario, 1935-1950). *Revista de la Escuela de Ciencias de la Educación*, 4, 67-80. Recuperado de <https://bit.ly/2Dga95e>
- Friedman, A. (2010). The evolution of the science museum. *Physics Today*, 63(10), 45-51. doi: 10.1063/1.3502548.
- García, R. (2007). *Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Gedisa.
- Gasparri, E. y Casasola, M.S. (2017). *Ocho lupas sobre la comunicación de la ciencia*. Rosario, Argentina: Editorial de la Universidad Nacional de Rosario.
- Godin, B. y Gingras, Y. (2000). What is scientific and technological culture and how is it measured? A multidimensional model. *Public Understanding of Science*, 9(1), 43-58. doi: 10.1088/0963-6625/9/1/303
- Hjarvard, S. (2008). The mediatization of society. A theory of the media as agents of social and cultural change. *Nordicom Review*, 29(2), 105-134. Recuperado de <https://bit.ly/1NQnS00>
- Horst, M. (2008). In search of dialogue: staging science communication in consensus conferences. En D. Cheng, M. Claessens, T. Gascoigne, J. Metcalfe, B. Schiele, y S. Shi. (Eds.), *Communicating science in social contexts. New models, new practices* (pp. 259-274). Bruselas, Bélgica: Springer.
- King, L, Stark, J. F. y Cooke, P. (2016). Experiencing the digital world: The cultural value of digital engagement with heritage. *Heritage & Society*, 9(1), 76-101. doi: 10.1080/2159032X.2016.1246156
- Manovich, L. (2017). Cultural data: Possibilities and limitations of the digitized archives. En: O. Grau. (Ed.), *Museum and archive on the move. Changing cultural institutions in the digital era* (pp. 259-276). Berlín, Alemania: De Gruyter. Recuperado de <http://bit.ly/2zps2Pm>
- Martín Cáceres, M. J. y Cuenca López, J. M. (2015). Educomunicación del patrimonio. *Educatio Siglo XXI*, 33(1), 33-54. doi: 10.6018/j/222491
- Miller, S. (2001). Public understanding of science at the crossroads. *Public Understanding of Science*, 10(1), 115-120. doi: 10.1080/2159032X.2016.1246156
- Neffa, G. y Cortassa, C. (2012). Un estudio de las áreas de comunicación científica de los organismos públicos de investigación en la Argentina. *Revista Académica Ciencia, Público, Sociedad*, 1, 2-16. Recuperado de <https://bit.ly/2UIwaRt>

- Ruiz Cerrillo, S. (2019). Enseñanza de la anatomía y la fisiología a través de las realidades aumentada y virtual. *Innovación educativa*, 19(79), 57-76. Recuperado de <https://bit.ly/2Sdiilw>
- San Martín, P. (2003). *Hipertexto: seis propuestas para este milenio*. Buenos Aires, Argentina: La Crujía.
- San Martín, P. (2017). Dispositivo hipermedial dinámico “Memoria y Experiencia Cossetini”: una propuesta de prácticas abiertas y recursos compartidos en(-)torno a una mesa de arena. En M. E. Collebechi y F. Gobato. (Comps.), *Formar en el horizonte digital* (pp. 157-166) Bernal, Argentina: Universidad Virtual de Quilmes. Recuperado de <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/517>
- San Martín, P. y Rodríguez, G. (2017). Creative monument: Towards mediated educational practices for the socialization of heritage. En *Proceedings of the 2017 Twelfth Latin American Conference on Learning Technologies, LACLO* (pp. 1-4). La Plata, Argentina: LIFIA. doi: 10.1109/LACLO.2017.8120920
- San Martín, P., Andrés, G., y Rodríguez, G. (2017). Construir y sostener una red físico-virtual de un instituto de investigación: el caso DHD-IRICE. *Paakat. Revista de Tecnología y Sociedad*, 7, 1-18. Recuperado de <https://bit.ly/2FdBqYc>
- Silva Quiroz, J. y Maturana Castillo, D. (2017). Una propuesta de modelo para introducir metodologías activas en educación superior. *Innovación educativa*, 17(73), 117-131. Recuperado de <https://bit.ly/2GxYdzl>
- Silberman, N. (2015). Remembrance of things past: Collective memory, sensory perception, and the emergence of new interpretive paradigms. En *Proceedings of the 2nd International Conference on Best Practices in World Heritage: People and Communities* (pp. 51-62). Madrid, ES: Universidad Complutense de Madrid. Recuperado de <https://eprints.ucm.es/35080/1/Neil%20Silberman.pdf>
- Smith, L. (2011). El “espejo patrimonial”. ¿Ilusión narcisista o reflexiones múltiples? *Antípoda*, 12(1), 39-63. Recuperado de <https://bit.ly/2HBW7io>
- Thomas H. y Buch, A. (2008). *Actos, actores y artefactos: sociología de la tecnología*, Bernal, Argentina: Universidad Nacional de Quilmes.
- Thomas, H. (2012). Tecnologías para la inclusión social en América Latina: de las tecnologías apropiadas a los sistemas tecnológicos sociales. Problemas conceptuales y soluciones estratégicas. En H. Thomas, M. Fressoli, y G. Santos. (Comps.), *Tecnología, desarrollo y democracia: nueve estudios sobre dinámicas socio-técnicas de exclusión/inclusión social* (pp. 25-76). Buenos Aires, Argentina: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación.
- Verón, E. (1997). Esquema para el análisis de la mediatización. *Diálogos*, 48, 9-16. Recuperado de <https://bit.ly/2BnGhnD>
- Verón, E. (2013). *La semiosis social 2. Ideas, momentos, interpretantes*. Buenos Aires, Argentina: Paidós.

[INNOVUS]

La valoración ética en la educación tecnológica

María Evelinda Santiago Jiménez
María Eugenia Lazcano Herrero
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Puebla
Lilián Hernández Nolasco
Universidad Politécnica del Golfo de México

Resumen

La enseñanza tecnológica ha estado durante mucho tiempo fincada en el éxito materialista. Esto ha dado como resultado una creciente esfera llamada tecnosfera. Actualmente, la tecnosfera y la biosfera mantienen una lucha encarnizada; desafortunadamente, la biosfera va perdiendo la batalla. Este ensayo utiliza la reflexión crítica como método para fundamentar la inclusión de la valoración ética en todas las asignaturas tecnológicas. El objetivo es hacer hincapié en la construcción de una tecnosfera armonizada con la biosfera, y es en la educación tecnológica donde se encuentran los elementos para que esto ocurra. La valoración ética de la tecnociencia, por tanto, posibilitaría a los estudiantes discernir sobre sí con sus diseños y construcciones tecnológicas impactan negativamente a la sociedad y el ambiente. Finalmente, se propone la edificación de una línea verde transversal, que asuma la tarea de ocuparse de la interconexión entre la biosfera y la tecnosfera, mediante actividades de enseñanza que acerquen a los estudiantes a la realidad de los límites de la naturaleza.

Palabras clave

Educación
tecnológica,
externalidades,
valoración ética,
tecnosfera, biosfera.

Critical evaluation of technological education

Abstract

Technological education has for a long time been based on material success. This has resulted in a growing sphere called the technosphere. Currently, the technosphere and the biosphere are locked in an intense conflict; unfortunately, the biosphere is losing this battle. This paper uses critical reflection as a method to argue for the inclusion of ethical evaluation in all technology courses. The objective is to highlight the construction of a technosphere that is in harmony with the biosphere, and technological education possesses the elements necessary for this to occur. Therefore, the ethical evaluation of technoscience, would enable students to determine if their technological designs and constructions would negatively impact society and the environment. As a conclusion, the study proposes the creation of a transversal green line that would serve as a connection between the biosphere and the technosphere, through educational activities that bring students closer to the reality that nature has limits.

Keywords

Biosphere, ethical
evaluation,
externalities,
technology
education,
technosphere.

Recibido: 12/11/2018

Aceptado: 08/02/2019

Introducción

La confianza en la técnica –considerada la panacea que curaría todos los males de la sociedad: pobreza, problemas de salud, alivio de la dura carga del trabajo, entre otros– fundamentó la creación de estrategias sociales, políticas y económicas para cristalizar la promesa del bienestar de la sociedad a través de ciencia y tecnología. Sin embargo, la técnica no ha cumplido con tal expectativa y, por el contrario, ha fallado; algunos desastres tecnológicos, como los ocurridos en Bhopal, en la India, o Chernobil, en Rusia, constatan el hecho. Esto ha producido escepticismo en los sectores más informados de la población respecto a lo benéfico de la permanente extensión de la tecnosfera sobre la biosfera. A pesar de ello, el incremento de la tecnosfera sobre la faz de la Tierra tiene la connotación de progreso, aun cuando signifique una amenaza a los derechos de la ciudadanía (Inneraty, 2011).

Es importante traer a la luz que, dentro de población común, la crisis ambiental y social es un tema que no se logra reconocer en toda su amplitud. Si bien las razones del desinterés de las personas también son vastas, es posible considerar dos en particular. La primera plantea que, aunque en las redes sociales existe información sobre el tema, muchas personas piensan que es suficiente con enfrentar problemas cotidianos y, por tanto, no es necesario enfrascarse en aquellos que se visualizan lejanos; tal es el caso del calentamiento global. La segunda considera la vida acelerada, provocada por el interés de ser altamente competitivo, como la creadora de una cortina que nubla la realidad y que coloca, al mismo tiempo, el progreso como punto de inicio y término en la vida de las personas activas; todos corren entre semana con la esperanza de tener el sábado y el domingo para las compras y el entretenimiento.

En este contexto, existe un mínimo de personas que se detienen a reflexionar sobre las señales de advertencia que lanza el planeta. Aún más, pocas son las que solidariamente procuran regresarle la dignidad a través de la recuperación y la preservación de espacios donde los ecosistemas puedan recrearse sin amenazas. La ignorancia y la indiferencia son las características de una sociedad que vive amenazada por la incertidumbre y la complejidad. Todo parece indicar que los individuos no se han dado cuenta de *que no tienen conocimiento de su profunda ignorancia sobre la problemática socioambiental*; por ejemplo, desconocen el riesgo al que está sometida la vida por los efectos del cambio climático. La gente común está preocupada por temas de supervivencia, pagar la renta, los impuestos, la boleta de la energía eléctrica, las colegiaturas, la hipoteca y demás. En este sentido, el papel de las organizaciones e instituciones públicas y privadas es relevante para la divulgación de información; así como para el establecimiento de políticas sociales más radicales que promuevan acciones que eviten los riesgos ambientales en todos los

ámbitos sociales. Por otro lado, a través de la historia de las sociedades modernas, se ha podido observar que *cuando la técnica falla, la política entra a ordenar y establecer controles*. No obstante, el ordenamiento y los controles políticos tendrán que asumir que ambos aspectos deben estar permeados por una valoración ética, porque se trata de decidir sobre la pervivencia de todas las especies que habitan la Tierra.

Uno de los ámbitos en donde se fortalece de sobremanera la tecnosfera es, precisamente, el de la educación en todos sus sentidos (dado que regularmente la educación imparte conocimientos que no incluyen la valoración ética). De hecho, la valoración está basada en las reglas del mercado: oferta y demanda. Pero, si se busca que la ciudadanía aprenda el cuidado de sí misma, las políticas educativas contemplarán la valoración ética como la premisa que armonizará la relación entre la tecnosfera y la biosfera. En virtud de ello, la escuela es una de las instituciones que puede transformar socialmente el pensamiento triunfalista de la técnica. Es un espacio que alberga un público cautivo, que llega a sus aulas con el deseo de encontrar herramientas que lo ayuden a construir un proyecto de vida digno. La dignidad tiene mucho que ver con ecosistemas limpios, acceso al agua y lugares libres de violencia. Sin embargo, esa construcción regularmente busca dotar de conocimiento instrumental útil, para convertir a los individuos en asalariados de las corporaciones. Poco se instruye para tener la capacidad de reflexionar sobre la gestión de los riesgos, así como para hacer frente a la complejidad e incertidumbre, que está presente en la vida cotidiana, tanto localmente como en el contexto global. La educación, en especial la tecnológica, ahora que la crisis ambiental dejó de ser una historia de ficción, debe incluir de manera transversal conocimientos sobre diseño, construcción y puesta en marcha de artefactos y sistemas tecnológicos que disminuyan, controlen y –en el mejor de los casos– no generen externalidades ambientales. Por el contrario, logren imitar la manera en la que la naturaleza dispone sus desechos y, sobre todo, cómo crea nutrientes con ellos.

Para que la educación tecnológica se dirija hacia este camino, es necesario que se reconozca que el conocimiento impartido en las aulas es insostenible y muchas veces incompatible con la apremiante situación planetaria; es decir, se sigue impulsando la creación de tecnología irresponsable, en términos ecológicos. De acuerdo con ello, la educación debe organizarse alrededor del imperativo de los ecosistemas. Para ello, es perentorio proporcionar la información necesaria que ayude al ciudadano –en su papel de estudiante universitario– a tener al alcance soluciones que pueda aplicar en su entorno inmediato; así como el conocimiento sobre las consecuencias que tienen las decisiones no informadas, especialmente aquellas que tengan que ver con tecnología emanada de una ciencia para la devastación.

La educación tecnológica tiene que pugnar por un análisis preciso y significativo sobre la crisis ambiental, las consecuencias locales, globales y las injusticias que genera en las secciones sociales más vulnerables, a través de todos sus programas académicos. Con ese fin, es necesario poner en claro que existe una lucha encarnizada entre la biosfera y la tecnosfera, y que cada artefacto o sistema tecnológico no reflexionado dentro de los linderos de la valoración ética provoca que la tecnosfera devore los recursos de la biosfera (Commoner, 1974).

Para el caso de la escuela, aquí se propone la creación de una línea verde que no solo atravesase los diferentes currículos inyectados por la técnica triunfalista, sino que también logre enclavar su descolonización (Quijano, 2007; Quijano, 2000; Santiago, 2017). Es importante hacer notar que la escuela no solamente transmite la tecnociencia triunfalista, sino que tiene las características de estar eurocentrada y de ser una herramienta política, utilizada para adoctrinar a la sociedad sobre los intereses hegemónicos.

La tecnosfera y la biosfera: un conflicto por la vida

Es en la capa de la biosfera donde se desarrolla la vida, donde los seres humanos construyen sus sistemas sociales, políticos y económicos. La palabra biosfera tiene dos componentes griegos: *bios*, vida; *sphaira*, esfera. Es la esfera donde existe la vida. La página de Biodiversidad Mexicana hace una breve reseña de lo que es la biosfera.

[La biosfera] es la capa del planeta Tierra en donde se desarrolla la vida. La capa incluye alturas utilizadas por algunas aves en sus vuelos, de hasta diez kilómetros sobre el nivel del mar y las profundidades marinas como la fosa de Puerto Rico de más de 8 kilómetros de profundidad. Sin embargo, estos son los extremos, en general, la capa de la Tierra con vida es delgada, ya que las capas superiores de la atmósfera tienen poco oxígeno y la temperatura es muy baja, mientras que las profundidades de los océanos mayores a 1 000 m son oscuras y frías. De hecho, se ha dicho que la biosfera es como la cáscara de una manzana en relación con su tamaño (Conabio, 2016).

Es impresionante saber que la biosfera es una frágil y efímera capa donde la vida existe, y que es donde los sueños de la especie humana se desarrollan; pero también es sorprendente darse cuenta que en este espacio tan delgado la magnificencia de la naturaleza es asequible. Lovelock (1985, p. 1) argumenta que “la materia viviente de la Tierra y su aire, océanos y superficie forman un sistema complejo al que puede considerarse como un organismo individual, capaz de mantener las condiciones que

hacen posible la vida en nuestro planeta”. Es decir, la Tierra –con mayúsculas– es un ser vivo. Por el contrario, los sistemas productivos concebidos por la especie humana son una mala copia de los sistemas naturales, porque están desarrollados sin pensar hacia donde irán los desechos.

Algunos intelectuales interesados en darle un giro a los sistemas tecnocientíficos han propuesto formas para realizarlo. Por ejemplo, Commoner (1978) formula cuatro principios que deben de tenerse en cuenta y regir todo sistema productivo cuando es conceptualizado y puesto en marcha:

- a. Todo está relacionado con todo lo demás. Es decir, una acción o decisión repercute en todo lo demás porque la vida en la biosfera está interconectada entre seres vivos, lo que afecta a uno, afecta al resto.
- b. Todo va a dar a algún lado. Esto significa que las descargas, residuos y emisiones de gases tóxicos no desaparecen, sino que se quedan rondando alrededor del planeta, afectando a todos. La acción es local, pero los daños son globales, la contaminación no se diluye.
- c. Nada es gratis, cada cosa que nos sirva para nuestro bienestar tiene un costo ambiental, una externalidad que no internaliza quien la produce, sino deja que la sociedad y las otras especies la resientan en carne propia.
- d. La naturaleza es más sabia. El funcionamiento de la naturaleza ha logrado desarrollar sistemas perfectos a través de los millones de años de evolución en los que existen organismos y ecosistemas que pueden adaptarse unos a otros.

Por otro lado, la tecnosfera es una serie de sistemas estructurados por una especie que se ha erigido como la dueña de la biosfera, la humana. Los sistemas incluidos en la tecnosfera son toscos y, algunas veces, fallidas innovaciones tecnológicas, que provocan desastres tecnológicos o contingencias que afectan la vida en general. Ahora, la especie humana vive cómodamente dentro del espacio invadido, construido para desarrollar la política, la cultura y todas las expresiones sociales.

[La especie humana vive] dentro de una *tecnosfera* creada por [sus individuos], un sistema de estructuras y útiles inserto en la ecosfera [biosfera, hidrosfera, geosfera y litosfera], y del que forman parte los asentamientos rurales y urbanos, las fábricas, las redes de transporte y comunicación, las fuentes de energía, los cultivos, etc. (Riechmann, 2014, p. 71).

Lo anterior significa que la tecnosfera es un espacio artificialmente construido –quizá en una primera instancia– para proteger

impactos que conducen a una serie de crisis que “[puede converger] en una gran policrisis general, cuyas consecuencias [a medida que el progreso avanza] podrían ser catastróficas, irreversibles y de alcance planetario” (Espinosa, 2014, p. 8).

La esperanza e intereses puestos en la tecnosfera son exacerbados. Esto se puede observar en todos los espacios, ya sea políticos o sociales. Por lo antes planteado, es la Escuela uno de los espacios donde se ve la naturaleza como proveedora de materia prima utilizada para enaltecer a la tecnosfera. En las instituciones educativas, con especial énfasis en las tecnológicas, la naturaleza es vista como un montón de recursos que hay que conquistar a través de innovaciones que harán competitivo a un sector de la sociedad. Es así como cada asignatura tecnológica estudia a la biosfera como un objeto inerte que debe ser conquistado y que adquiere valor cuando es transformada en un producto de consumo. La maquinaria que hace posible que la tecnosfera crezca es la tecnociencia, aquella que está conformada por una serie de postulados y “verdades” que definen cómo debe leerse la realidad y cómo esa realidad debe ser recreada por la sociedad.

Sin embargo, es importante hacer algunas puntualizaciones sobre la tecnociencia: a) es un sistema lineal abierto; b) no contempla la recuperación de sus desechos, no los vuelve útiles para sí misma; c) para sostenerse cada vez, toma más recursos de la biosfera con gran voracidad; d) destruye las interconexiones biológicas y crea caos, donde antes existía la armonía deja una crisis permanente e irreversible. Riechmann (2014, p. 37) argumenta que “*la crisis ecológica resulta de la interacción de dos sistemas, la biosfera y la tecnosfera [...] estos dos mundos, regidos por leyes distintas, están en guerra.*” Esta disputa, que pone a la vida en peligro, tiene sus fundamentos en lo que expresa Leonardo Boff : “[la biosfera como] no tiene espíritu y es tan solo una cosa [...] no necesita ser respetada y pasa a ser objeto del uso y abuso por parte de los humanos” (2012, p. 69). Para poder saquearla, la tecnociencia construyó y sigue construyendo (innovando) artefactos cada vez más letales (“eficientes”) para extraer los secretos más recónditos del planeta Tierra. Es ciertamente la mirada de “eficiencia” la que fundamenta el currículo de la educación tecnológica. Regularmente dentro de este no se promueve una tecnociencia armónica con la biosfera. Tampoco se generan espacios suficientes para que los estudiantes, durante su formación como ingenieros, comprendan que cada pieza tecnológica, que cada pequeño engrane tiene un gran poder devastador sobre enormes cantidades de naturaleza. Es decir, tiene el poder de convertir la naturaleza en objetos inertes, llamados bienes o productos. Es importante colocar en la palestra educativa y hacer una valoración ética sobre las amenazas que tiene un indefenso engrane puesto dentro de un complejo de sistemas productivo. Un engrane tiene el poder de mover toneladas de maquinaria que, a su

vez, catapulta el avance de la tecnosfera sobre la biosfera, destruyendo en ese caminar tecnológico las cimientos del sistema orgánico, para finalmente provocar con ello una crisis ecológica.

La educación tecnológica: un instrumento de poder

La escuela, al impartir clases dentro de la ideología de la globalización neoliberal, procura convertir a los estudiantes en peones del fortalecimiento y preservación de la industrialización y modernización de la sociedad. Durante este proceso no se habla de las externalidades que impactan sociedad y ambiente. Esta omisión convierte a la educación moderna en una correa de transmisión, atravesada por conceptos que dejan de lado la idea de hacer innovaciones ecológicas; por el contrario, las cimientos están ubicadas en las mejoras económicas. De hecho, “los modernos [imaginan] que la vocación del ser humano es el desarrollo en todos los ámbitos, y que ello se traduce en [un] proyecto de progreso ilimitado” (Boff, 2012, p. 72).

La escuela tendría que reflexionar sobre cómo comprender la complejidad e incertidumbre relacionada con la forma de vivir y sus consecuencias. Es una realidad de la que la sociedad aún no se ha dado cuenta de su inmenso desconocimiento. Su ignorancia sobre los riesgos que traen consigo las formas de vida incrustadas en la modernidad neoliberal es tan profunda que no es posible ni siquiera imaginarse cuán inmensa sea. Es por eso, que la lectura del mundo, en la lectura sobre la importancia de los sistemas ecológicos para la conservación de la vida se denuesta su valía, llegando a la banalización. Esto suele suceder porque se carece de elementos para realizar una valoración ética de las consecuencias de las acciones sociales, políticas y tecnológicas. La carencia de conocimiento tiene sumergida a la especie “más inteligente del planeta” en una espiral que la lleva al suicidio colectivo; arrasando, al mismo tiempo, con toda la vida terrestre a su paso. Jorge Riechmann describe de manera sucinta las acciones del “ente” que ha originado los riesgos y peligros sobre la vida.

El capitalismo en su infancia explotaba a las personas y devastaba la naturaleza; el capitalismo en su senectud explota a las personas y devasta la naturaleza. La diferencia es que ahora, después de dos siglos de industrialización capitalista, es ya el planeta entero el que está sometido a esas dinámicas; y la destrucción se ha acelerado tanto que apenas tenemos ya tiempo para luchar por un cambio de rumbo (Riechmann, 2005, p. 4).

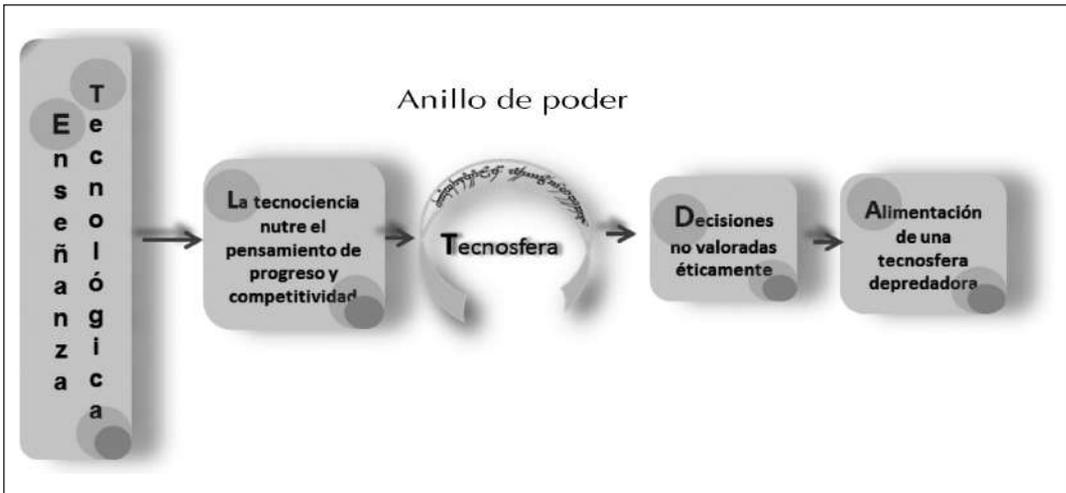
Crear, construir y poner en marcha estrategias que logren que un mayor número de ciudadanos tengan una lectura reflexiva sobre las consecuencias nefastas que traen para la especie humana los

eventos extractivos y devastadores de la biosfera, no es solo una asignatura pendiente sino urgente. Esta urgencia no podrá ser visualizada sin la modificación del contrato social. En consecuencia, la escuela de la crisis ambiental se halla ante la disyuntiva de elegir entre dos frentes: uno seguir alimentando las mentes con el pensamiento del progreso y la competitividad; y otro, catalizar reflexiones en los estudiantes que los lleven a internalizar con seriedad la urgencia de “cuidar la vida y ejercer la libertad” (Espinosa, 2014, p. 8). El contrato social de la escuela, por tanto, tiene que ser modificado en términos de las políticas educativas para la modificar las relaciones que ocurren dentro del quehacer en las aulas.

Como se comentó anteriormente, Commoner (1978) estableció una serie de principios muy útiles para comprender los límites que impone la naturaleza y lo nefasto que resulta sobrepasarlos para todas las especies que viven en el planeta. Incluir estos conocimientos en el contrato social de la educación tecnológica implica la adquisición de la responsabilidad de desarrollar sistemas que no alimenten la tecnosfera depredadora, sino una tecnosfera que concilie y ayude a la especie humana a reconstruir sus interconexiones con todos los elementos –factores bióticos y abióticos– que conforman la ecosfera. En la práctica, la mente de la especie humana tendría que internalizar como eje central de sus decisiones la valoración ética; lo que significa estar consciente de que todo acto o decisión tiene impactos, muchas veces negativos y que no son neutrales. Es importante hacer hincapié que las decisiones no valoradas dentro de la ética ecológica provocan un avance crítico y drástico de la tecnosfera sobre la biosfera. Este avance ocurre específicamente cuando las personas adquieren un poder sobre todo aquello que las nuevas “cartas credenciales” les otorgan al obtener un grado académico. Este poder que brinda una profesión puede compararse a la posesión del anillo de poder del *Señor de los anillos*. En virtud de ello, se presenta una reflexión de forma metafórica que expone lo que simboliza un anillo de poder, sustentado por el pensamiento de progreso y competitividad sin internalizar procesos armónicos con el planeta, tal como se observa en la figura 2.

Con respecto a lo planteado, Katz (2010) hace un análisis sobre el uso del anillo de poder en la trama de la historia. Él discurre que el anillo de poder corrompe a todos aquellos que lo usan, los convierte en seres desconocidos para sí mismos. Haciendo una analogía, las profesiones que fundamentan a través de su quehacer el dispendio ambiental y, por lo tanto, el incremento de la tecnosfera, tienen el toque de los intereses mezquinos hacia la biosfera. En su análisis, Katz (2010, pp. 17-18) lanza preguntas que están muy relacionadas con el tema que se está tratando, repensándolas llevan a preguntar: ¿Conduce la impartición del conocimiento tecnocientífico (anillo de poder), o su uso a algún límite moral o

Figura 2. El anillo de poder.



ético? ¿Existe una forma moralmente correcta o moralmente errónea de usar el anillo de poder o conocimiento tecnocientífico?

Un análisis basado en las respuestas de estas preguntas es muy probable que generase políticas públicas para la educación tecnológica, políticas que indicarían la importancia de la solidaridad con la naturaleza. Pero no solo solidarias de manera representativa, ni para discursos huecos en las inauguraciones de cursos o en la aplicación de las políticas ambientales; las que regularmente invitan a sembrar árboles o recolectar *pet*, sin ir a la profundidad del problema. Es necesario y urgente que en cada asignatura se incluyan preguntas que hagan al estudiante reflexionar de manera crítica sobre las innovaciones tecnológicas que les enseñan y las que él o ella misma diseña y construye. Aquí se establece que es necesario comparar la tecnociencia con un anillo de poder para que los alumnos internalicen y comprendan que “[debemos] ser personas morales incluso si [tenemos] el poder de actuar de manera inmoral con total impunidad” (Katz, 2010, p. 18). Así, tener al alcance el conocimiento permite tomar decisiones injustas para la otredad y ejecutarlas porque están respaldadas por los certificados que se obtengan a través de los años que se invirtieron en educación. Algo que muchos llaman *actuar profesionalmente*. Sin embargo, ese actuar se realiza abrigado por la neutralidad, pero sobre todo, sin que medie la reflexión profunda sobre los “daños colaterales” (Bauman, 2011), que ocurren cuando sucede, por ejemplo, un desastre ecológico o tecnológico, que –dicho sea de paso– no distingue clase, raza o especie. No obstante, sí deja al descubierto los “daños colaterales sociales”, aquellos que muestran que los desastres ecológicos no dañan a todos por igual.

En México, en los últimos años, se ha presenciado que muchos actos injustos quedan impunes. Actos que tienen que ver con impactos sociales y ecológicos de alta trascendencia que han vulnerado la vida de todas las especies, no solo la humana. Por ejemplo, la empresa Fertimex durante muchos años almacenó residuos de plaguicidas organoclorados en tambos a la intemperie, y los residuos organofosforados los desechaba en el río Lerma. Los habitantes del lugar se quejaron, pero la respuesta ha sido lenta y parcial (Albert y Jacott, 2015, pp. 173-175). Poca justicia se ha hecho, la enseñanza que encierran estas acciones ubicadas en el mundo de la impunidad es que la vida de los inmorales es más gratificante; los inmorales siempre viven en la opulencia, tienen control y ejercen el poder, por lo regular. Contrariamente, en un mundo donde la valoración ética es el fundamento de las acciones, se considera con profundidad las responsabilidades de las consecuencias que tiene el hecho de actuar de manera inmoral. Hacer la valoración ética de un trabajo, incluye sus impactos presentes y futuros. Esto desemboca en la aplicación del principio de precaución. Lo que significa realizar ciertos sacrificios, porque muchas horas de trabajo se verían como una pérdida de tiempo y de inversión; pero parar una innovación o desarrollo tecnológico mal planeado podría evitar un desastre como el ocurrido en Bhopal, India, en 1984. La valoración ética es propia de las personas que no banalizan el mal (Arendt, 2003).

Katz (2010), en su análisis sobre el anillo de poder, piensa que las personas que son amos de sí mismos ningún poder puede perturbarlos; pone como ejemplo a Bambadil, quien no necesita el anillo; él es su propio amo. Evadir decisiones, que perjudiquen a los demás por buscar el bien propio, tiene que ver con “resistir al anillo [para] mantener la propia identidad, ser la persona que se es, sin ningún poder extraordinario” (Katz, 2010, pp. 28-33). Cabe aclarar que no se está sugiriendo que no exista la educación, sino que el modelo educativo renueve su contrato social por uno que promueva en cada asignatura que los recursos planetarios no son ilimitados, que la idea de crecer de manera inconmensurable no es posible y que la aplicación de la tecnociencia, sin mediar una reflexión sobre sus consecuencias lleva a la extinción de la vida. Si bien es cierto que la educación es necesaria para poder obtener ciertos niveles de bienestar en este mundo globalizado, también lo es que no puede ser utilizada para avalar actos que destruyan la vida de los demás. Los ciudadanos, en su formato de estudiantes, deben estar conscientes que están adquiriendo un instrumento que no debe ser mal utilizado, porque las consecuencias nos impactan por igual, ya sean sociales o ecológicas. Vivimos en un mismo espacio territorial llamado Tierra. Leonardo Boff contextualiza, dentro de su definición sobre sustentabilidad, una manera de poner en práctica la valoración ética de actos y decisiones:

se refiere al conjunto de procesos y acciones destinados a mantener la vitalidad y la integridad de la Madre Tierra y la preservación de sus ecosistemas, con todos los elementos físicos, químicos y ecológicos que posibilitan la existencia y la reproducción de la vida de las generaciones actuales y futuras, así como la continuidad, la expansión y la realización de las potencialidades de la civilización humana en sus distintas expresiones (Boff, 2012, p. 17).

La aplicación de la tecnociencia de manera irreflexiva, sin precaución y sin una valoración ética la convierte en un “anillo de poder”, recreada a través de la educación tecnológica, donde se inculca en las mentes de los jóvenes que es banal enjuiciarla porque es una verdad absoluta, impregnada de neutralidad. De tal manera que dentro del salón de clase se disminuye el valor de la naturaleza al conceptualizarla como materia prima y a los seres humanos tan solo como un recurso. Los individuos de la especie humana están involucrados con frenesí en procesos marcados por la tecnociencia para crear “cosas” (naturaleza muerta), que al comercializarse adquieren un valor monetario y pierden su valor ecológico. Lo grave es que esas “cosas” creadas a través de la naturaleza diezmada, adquieren un aura que desaparece después de que dejan de estar en temporada, ya que caducan y dejan de ser los fetiches que alimenta la imagen del progreso material. En pocas semanas se nulifican, la levadura del mercado global pierde su fuerza y las mercancías dejan de estar de moda. Este documento establece que la inclusión de la valoración ética en el aula puede transformar la apreciación y la percepción de las “cosas”. Una reflexión sobre cómo se aplica el conocimiento adquirido en el aula, en el contexto de las leyes del mercado globalizante, invitaría a no mirar las “cosas” como artefactos inertes, desechables y sin importancia después de pasada la euforia de la compra. Incluir estas valoraciones, cuando se transmite el conocimiento tecnológico en las instituciones educativas, limitan –en lo posible– a que las tecnologías nuevas o viejas –anillos de poder– puedan ser usadas de manera equivocada, irreflexiva e irresponsable. Theodore Shick expresa lo siguiente sobre la creación de las tecnologías dentro del nuevo orden social:

Algunas de las tecnologías que estamos creando en la actualidad nos proporcionan un poder sin precedentes para curar y preservar las cosas, pero, asimismo, nos darán el poder de destruir el planeta y con él a todos sus habitantes (Shick, 2010, p. 40).

Indudablemente, hay anillos de poder que son creados para curar, recuperar y preservar la vida; pero hay otros que solo son usados para alimentar el egoísmo insondable del alma humana.

Quizá la escuela de la globalización tiene, en su currículo oculto, el interés de alimentar el egoísmo. Es importante tomar muy en cuenta que muchos de los alumnos que estudian una ingeniería no tienen los elementos económicos y –podría especularse– tampoco los culturales que la modernidad exige para construir una empresa y ser sus propios jefes al momento de egresar. Las políticas públicas, sabedoras de este contexto socioeconómico de los jóvenes, los impulsa a volverse empleados de organizaciones empresariales con prestigio, alimentando con ello la obediencia y la lealtad, las que pueden considerarse virtudes; pero, sin hacer un ejercicio de una valoración ética de ambas, pueden no serlo. “Si el beneficiario de esa lealtad es malvado [la obediencia y la lealtad se convierten en actos amorales... pero] la lealtad solo es una virtud cuando el objeto de nuestra lealtad es bueno” (Skoble, 2010, p. 147). Por consiguiente, participar en el derrame de desechos de pesticidas en el río Lerma vuelve a los profesionistas tan malvados como quien ordena hacerlo. La educación debe, de manera radical, evitar a toda costa incitar a que los alumnos acepten, sin pensar, en ser leales y obedientes a un lugar de trabajo donde prevalezca la injusticia social y ambiental. Procurar una obediencia ciega es un acto inmoral.

Educación tecnológica y la modernidad como fetiche

Desde hace varios decenios de años, se han utilizado procesos lineales para que la sociedad tenga a su alcance bienes y servicios. Es decir, procesos que no concluyen en un ciclo; contrariamente su linealidad termina, como los tóxicos, vertiéndose en agua, suelo y aire de manera indiscriminada. Acentuándose, con mayor riesgo y regularidad, en espacios donde viven personas que carecen de los medios sociales, políticos y económicos para rechazar la agresión. El ser humano a través del tiempo se ha esforzado por subyugar a la naturaleza, con este afán ha construido conocimiento científico y tecnológico para extraer, transformar y devastar de manera compulsiva e irresponsable los ecosistemas. De modo que los sistemas productivos son procesos engullidores de vida para convertirla en cosas inertes. En este afán, expulsan especies humanas y no humanas de los territorios donde se encuentran los recursos que se ambicionan y que, definitivamente, son utilizados para alimentar la fabricación de un así llamado “bien material”.

Como se argumentó en el apartado anterior, este espíritu devastador de ecosistemas es transmitido de manera ordenada y sistemática en el aula. En una palabra, se adoctrina sobre cómo violentar los derechos de la naturaleza y de los individuos que forman parte de ella. El hecho de etiquetar la naturaleza como *materia prima* y a los seres humanos como *mano de obra* les quita la posibilidad de tratarlos dentro de los linderos de todo

sentido ético, moral y humanista, porque se convierten en *cosas* que pueden usarse y desecharse. La premisa dentro del aula es lograr que el progreso avance y llegar al pináculo del éxito a través de la competitividad. Con este pensamiento, cada año los egresados se internan en la sociedad pensando en cómo lograr arrancarle más secretos al planeta Tierra; pero no están realmente conscientes de ello porque la enseñanza no se relaciona con las externalidades ambientales y sociales; las deja fuera. La escuela es el crisol donde los elementos de la modernidad desenfrenada se subliman en las mentes de los jóvenes. Entonces, ¿Cuál es el papel de la escuela, especialmente en su formato de educación tecnológica? Según Vargas (2003, p 50):

el papel desempeñado por la educación superior tecnológica ha sido estratégico en el desarrollo industrial y en distintos momentos las estructuras laborales específicas para su incorporación han dado cuenta de su importancia. En su ampliación han incluido las políticas educativas, que subordinan su crecimiento y diversificación a las demandas del desarrollo económico, como un instrumento del Estado.

En suma, la función de la escuela es lograr hacer competitivos a los alumnos en las artes de subyugar a los ecosistemas, a través de la ciencia y la técnica que ignoran las externalidades que producen los desechos de toda índole. Tanto maestros como alumnos no perciben que “vivimos dentro de sistemas socioeconómicos humanos demasiado grandes en relación con la biosfera” (Riechmann, 2005, p. 95). Estos sistemas promovidos dentro del aula no toman en cuenta que, en lugar de adaptarse a las leyes del mercado globalizado, la adaptación tiene que estar en los parámetros y leyes de la biosfera para que puedan encajar en los ecosistemas. Esta idea de re-ligarse tiene mucho que ver con convertir las prácticas competitivas en prácticas cooperativas cuando el profesionista se adentra en la sociedad al ejercer la disciplina que aprendió en la institución. Alison Milkbank argumenta en su ensayo “*Mi tesoro*”, *el anillo de Tolkien como fetiche*: “todos nosotros estamos sometidos al yugo del anillo debido a la relevancia contemporánea para la forma en la que percibimos, codiciamos y usamos los “anillos” o mercancías de nuestra sociedad” (2010, p. 53). La escuela de la globalización contribuye de sobremanera para que la ciudadanía conciba aparatos, conocimiento y mercancías como un anillo de poder, que se vuelve *mi precioso*. Un ejemplo de este proceder se observa en la serie de televisión estadounidense *Suits* (Liman y Bartis, 2011): todos los personajes, quienes aparentan ser amigos, siempre están compitiendo por vencer al adversario, ya sea interno o externo; convierten al ejercicio de su profesión en *su precioso* y la forma de vestir en el fetiche que define éxito, progreso y profesionalismo.

La línea verde para la educación superior tecnológica

Es importante resaltar que la escuela tiene un contrato social que remite a la misión de lograr que las personas –que confían en fortalecer su proyecto de vida, al incursionar en su proceso de transformación a través de la educación modernizadora– logren alcanzar bienestar y la seguridad mediante de la adquisición de herramientas que les ayuden a construir un proyecto de vida saludable permanentemente, en un ambiente adecuado para ello.

Lograr lo anterior tiene como fuente el cuestionamiento de la manera habitual de pensar la relación entre la especie humana y la biosfera; en términos más cotidianos: los seres humanos y la naturaleza. La desconexión es el mantra que rige todas las actividades humanas, alejadas de un todo que las envuelve; pero que a medida que las innovaciones y las creatividades lineales son ovacionadas, se transparenta y se convierte en una quimera, una utopía a alcanzar. Es urgente dejar de pensar en el impulso del conocimiento que mantenga la idea de alimentar procesos basados en sistemas de la “cuna a la tumba”. Es decir, de la creación del producto a sus desechos estancados, sin la posibilidad de degradarse. En su lugar, urge pensarlos de otra manera “de la cuna a la cuna” (McDonough y Braungart, 2005), procesos concebidos para no generar desechos, por lo tanto, procesos que trabajen a favor de la naturaleza.

Por su parte, la perspectiva lineal está alejada de la sustentabilidad, porque sigue haciendo lo mismo, al matizarse de verde por medio de certificaciones ambientales encajadas en el discurso dominante de la propia sustentabilidad (Santiago, 2009). Esta apariencia es una manera de seguir contaminando con permisos, seguir cometiendo los daños de forma tolerable, pero bajo condiciones tecnológicas óptimas (Aguayo, Peralta, Lama y Sotero, 2011). Esta corriente de la sustentabilidad, para darle certeza a su linealidad, creó aliados disciplinares. Un ejemplo es la ingeniería ambiental, una “herramienta” que remedia, pero no erradica los daños producidos; aún más, es una disipadora de la verdad (Schick, 2010). La mitigación de la crisis ambiental y social es una tarea que debe asumirse con responsabilidad, con orden y con profundidad, porque lo que está en juego es la vida.

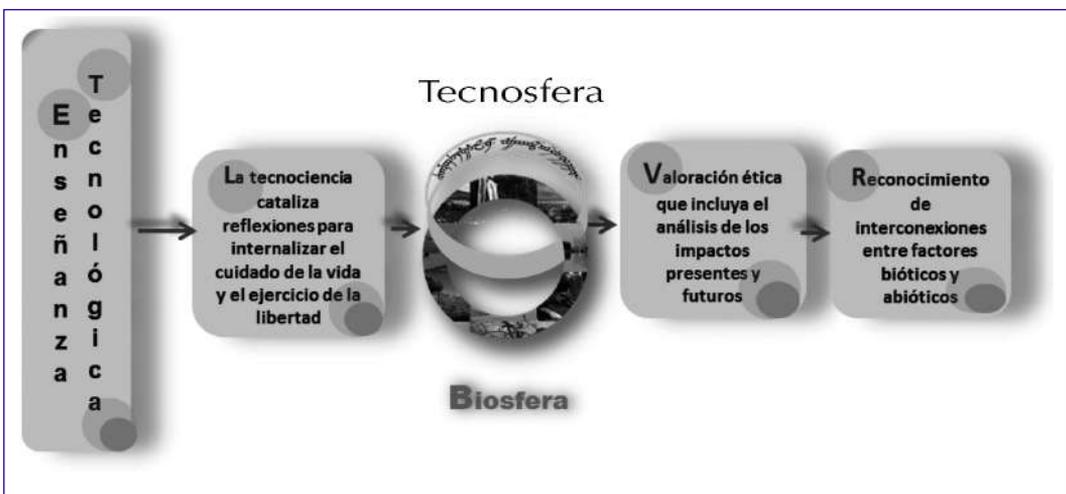
Sobre la base de lo planteado, este artículo propone, como estrategia pedagógica en el aula, *la línea verde*. Esta propuesta tiene la tarea de buscar la interconexión entre dos territorios contrarios y en pugna: la biosfera y la tecnosfera. Teniendo en cuenta que la última es una creación de la especie humana, es necesario y urgente utilizar todos los medios, espacios y territorios para impulsar y fortalecer la perspectiva ecosistémica. Una tecnosfera como un ciclo cerrado y no como un ciclo abierto o medio abierto. El reto que tiene la educación superior –específicamente la tecnológica– es reconocer e internalizar que

la sociedad se encuentra inmersa dentro de un “gigantesco experimento sin control” (McNeill 2000), provocado por ella misma, donde los procesos naturales y los sociales se articulan de una manera sin precedente, generando nuevas dinámicas y sinergias impredecibles y sorpresivas que amenazan a la especie humana, al equilibrio planetario y a la vida toda. Se trata de una *crisis de la civilización moderna o industrial*, cuya solución requiere de nuevos paradigmas en todos los campos de la realidad, la que hoy ha quedado convertida en un complejo sacionatural o naturosocial (Toledo, 2013, p. 42).

La internalización planteada traerá consigo que el dominio abierto del anillo de poder se diluya para permitir que se construyan, desde la tecnociencia, círculos cerrados que den atención a sus desechos. Simultáneamente, se daría una concepción distinta en educación tecnológica que no se conciba de forma rectilínea; sino, por el contrario, asuma un transcurso intermitente y dinámico que conduzca a la reconstrucción de interconexiones entre los factores bióticos y abióticos, limitando el crecimiento de una tecnosfera depredadora. Ver figura 3.

La propuesta de la línea verde tiene que ver con el argumento de Víctor Manuel Toledo (2013), puntualmente en la búsqueda de soluciones, porque el paradigma que rige a este tipo de educación nutre a la tecnosfera (Riechman, 2014) y olvida deliberadamente la existencia de la biosfera. Las propuestas para lograr un cambio radical del pensamiento lineal en los estudiantes requieren ser transversales para que inunden el conocimiento instrumental, catalizando la construcción de sistemas y artefactos tecnológicos dentro de un ciclo cerrado. En este sentido, por

Figura 3. Pérdida de dominio del anillo de poder.



ejemplo, en el Instituto Tecnológico de Puebla, institución perteneciente al Tecnológico Nacional de México (TecNM) existe una propuesta integral que busca esta reconciliación, pero no deja de tener un punto de quiebre, emparejado a las afluentes del mercado globalizado. La propuesta se encuentra enmarcada en el documento llamado Modelo Educativo para el Siglo XXI, donde se establece la ética para lograr una educación superior tecnológica responsable en tres dimensiones: la filosófica (la inclusión de esta dimensión se considera un gran logro), la dimensión académica y la dimensión organizacional. La primera dimensión está definida de la siguiente manera:

se centra en la reflexión trascendental del hombre, la realidad, el conocimiento y la educación como componentes que permiten al ser humano –en su etapa de formación académica– identificarse como persona, ciudadano y profesional capaz de participar, con actitud ética, en la construcción de una sociedad democrática, equitativa y justa (DGEST, 2012).

Es importante hacer hincapié que, a pesar de la existencia de este documento, no ha sido posible su penetración en el quehacer académico las concepciones en él contenidas. Es la urgencia de lo inmediato y lo administrativo lo que ocupa a los docentes (Santiago et al, 2012). Sin embargo, existen profesores que piensan que es posible apuntalar la valoración ética en lo cotidiano del quehacer docente. Para ello, crean una propuesta desde una perspectiva de compatibilidad entre la tecnosfera y la biosfera, buscando reflexionar sobre los intereses que existen detrás de la tecnociencia (López, 2010).

La línea verde en la educación tecnológica propone que el conocimiento instrumental, impartido en el aula, ponga en el centro la valoración ética sobre los impactos ambientales y sociales que ocasionen el diseño, la construcción y la puesta en marcha de artefactos y sistemas tecnológicos. Pero sobre todo pone en el centro la existencia de una diferencia muy marcada entre los procesos productivos industriales –que generan desechos imposibles de asimilar o de utilizar en otro proceso– y los procesos productivos naturales –que tienen la característica de ser de ciclo cerrado–. Por este motivo, la línea verde hace visibles las externalidades producidas por la tecnosfera. Cabe aclarar que no se trata de desechar la ciencia y la tecnología, sino buscar que las generaciones presentes reflexionen ética, profesional o civilmente, con el objetivo de reconstruir la tecnosfera y hacerla compatible con la biosfera. La propuesta considera las siguientes acciones, como puede observarse en la figura 4.

En primera instancia, el docente que imparte cualquier asignatura de la ingeniería estudia los contenidos unidad por unidad, tratando de visualizar en qué parte se pueden insertar temas

Figura 4. La línea verde.

o problemas sociales y ambientales, que no solo lleven a la reflexión, sino que puedan ser analizados a través de la o las herramientas que se usan en la asignatura. En un segundo momento, se estructura una serie de estrategias pedagógicas que catalicen un pensamiento holístico y que encarnen en el pensamiento la urgencia de crear ciencia y tecnología con la característica de cuna a cuna. Es decir, incentivar la creación de procesos que construyan una tecnosfera compatible con la naturaleza e inserta en la ecosfera. Un tercer punto es inducir a los alumnos a que relacionen sus diferentes asignaturas para que comprendan la complejidad de los eventos y sus posibles soluciones. En este sentido, para motivar propuestas que sean compatibles con los procesos de los ecosistemas. En una cuarta instancia, se propone, al inicio, una evaluación diagnóstica basada en un cuestionario de 10 preguntas que profile los conocimientos que los alumnos tienen sobre la crisis socioambiental y posteriormente, al final del semestre, una evaluación sumativa para conocer la amplitud del conocimiento adquirido. En el transcurso del semestre la evaluación será formativa para visualizar si logran los estudiantes interrelacionar el conocimiento instrumental y el socioambiental.

Las limitaciones que contempla esta propuesta es la reticencia de los profesores que imparten asignaturas “duras” en las licenciaturas; por lo que se tiene como hipótesis que no querrán incluir temas ambientales y sociales de manera transversal cuando impartan el conocimiento instrumental a los alumnos. Muchos de ellos consideran que los problemas ambientales y sociales son temas que no están ligados al conocimiento tecnológico, por lo

que denuestan su importancia en la formación de los ingenieros. Sin embargo, dentro de la educación tecnológica, es urgente idear un curso para profesores donde se dé a conocer la premura de incluir esta perspectiva, haciendo énfasis en que no es un tema de moda, sino que se trata de la preservación de la vida. Al respecto, Lovelock resalta:

Cuando de asuntos medioambientales se trata, la comunidad científica parece estar dividida en grupos beligerantes colectivizados, en tribus enfrentadas cuyos miembros sufren fuertes presiones por parte de los dogmas oficiales respectivos para que se adecuen a ellos (Lovelock, 1985, p. 5).

A las cofradías disciplinarias (Santiago, 2015) no les interesa hacer adecuaciones en sus métodos y desprecian todo aquello que es diferente. De ahí que no quieran invertir tiempo en la hibridación de su metodología, además de que los programas de las asignaturas están estructurados para que ningún conocimiento “alienígena” penetre en sus campos de conocimiento. Esto sucede porque regularmente los profesores de las asignaturas que están en el terreno de las disciplinas duras carecen de conocimientos profundos sobre los procesos ambientales y sus interacciones, sin dejar de mencionar la falta de sensibilidad hacia dichos temas.

El deseo de entrar en los temas que no son parte de su bagaje disciplinario requiere de alguien que esté interesado y tenga la voluntad de involucrarse en las áreas sociales y humanísticas, así como las ambientales. Es importante mencionar que, para el caso de la educación tecnológica, las asignaturas humanísticas han perdido el favor, tanto de alumnos como de profesores, sin dejar de mencionar de los directivos. La tendencia actual es lograr que los estudiantes adquieran un conocimiento instrumental que fortalezca la industrialización del país, evitando los cuestionamientos. Esta predisposición a ser competente para lograr el éxito material favorece lo que llamaría Aristóteles (1985) el carácter intemperante y el carácter vicioso. El primero lo describe como aquella persona que es capaz de tomar la decisión correcta, pero su voluntad es débil; por su parte, en el segundo no existe lucha alguna contra sus propios deseos, ya que su decisión es moralmente errónea y sus deseos la secundan por completo. En el intemperante la valoración ética de sus decisiones es posible, pero no logra consolidarla materialmente, por lo tanto, decidirá que la tecnosfera merece su apoyo; mientras que el vicioso ni siquiera contemplará hacer una valoración. La pregunta que queda en el tintero: ¿es posible que la valoración ética pueda ser internalizada por alumnos y maestros, teniendo en cuenta que se banaliza el mal (Arendt, 2003) generado por las externalidades e impactos negativos que tiene de suyo la tecnosfera, específicamente en el

momento en el que se imparte el conocimiento instrumental en el aula? Esta pregunta es el eje central de una investigación en marcha.

Finalmente, la construcción de la línea verde tiene que estar sustentada en una cultura dialógica entre profesores y alumnos, así como actores sociales que vivan la complejidad y la incertidumbre. En este tenor, las vulnerabilidades serán la fuente de información para crear soluciones a través del conocimiento instrumental que los estudiantes tecnológicos internalizan en las instituciones. El Modelo Educativo para el Siglo XXI del Tecnológico Nacional de México lo deja claro... en la tinta y el papel:

En el SNIT nos ocupamos de generar, aplicar, transferir y difundir el conocimiento científico y tecnológico, así como de innovar en materia de tecnología, y en todas estas actividades prevalece y se induce la formación de una conciencia ética, que autorregule el ejercicio profesional de los egresados de nuestro Sistema, para que todos los enfoques y resultados de sus acciones redunden en beneficio de la humanidad (DGEST, 2012, p. 30)

Conclusiones

Las crisis ambiental y social están impactando profundamente no solo a la especie humana, sino también a las otras especies que habitan en el planeta, lo que lleva a cuestionar y replantear las formas en que la especie dominante realiza sus actividades de toda índole. Es urgente también que se visualice que los fenómenos sociales y ecológicos están generando grandes desalojos de los territorios afectados, de tal manera que se puede hablar no solamente de la existencia de refugiados económicos –migrantes–, sino de refugiados ecológicos y de refugiados por la violencia. Ante esta realidad, es necesario hacer modificaciones en todas las instituciones para que la “palabra pronunciada como decreto” catalice innovaciones que estén a favor de la ecosfera. Por lo tanto, la palabra: religiosa, médica, política, tecnológica y sobre todo la académica fluya hacia la reconciliación de la especie humana con la Tierra. En esta orientación, no debe perderse de vista que los sistemas organizacionales de la especie humana no son compatibles con la biosfera. Es verdad que alguna vez, cuando la biosfera parecía inmensa, esta especie luchaba por establecerse, mejor dicho, por conquistar el espacio territorial vacío. Pero con los avances tecnológicos y científicos, se fue creando una esfera que consumía a la vida misma. Absortos en esa tarea la sociedad dominante pudo reconocer que había pasado el límite de lo permisible en términos ecológicos cuando aparecieron las palabras crisis ambiental y de un mundo vacío se pasó a vivir en un mundo

lleno: los recursos, antes abundantes, se vuelven cada día más escasos. La premisa es dismantelar el pensamiento de un mundo infinito de recursos y oportunidades.

El lugar donde se puede cambiar hacia un pensamiento donde la valoración ética de los actos personales y profesionales sea transversal es la escuela, en todos sus formatos. Es necesario que cada artefacto y sistema tecnológico, antes de ser puesto en marcha, sea visualizado como un fetiche que puede controlar y dictar las formas de vivir de la sociedad. Tanto el conocimiento como los objetos tecnológicos adquieren la capacidad de integrar o segregar a los individuos de cualquier especie cuando están de por medio los intereses que los influyen. Es decir, se puede hacer tecnociencia para lograr la justicia, la democracia y la igualdad para toda la vida en el planeta o se puede hacer tecnociencia para la acumulación, la ambición y la devastación.

Dentro de este contexto la enseñanza tecnológica en la escuela no debe seguir alimentando –a través del fomento al pensamiento de progreso y competitividad– el uso de un anillo de poder en quienes obtienen una formación ingenieril; porque únicamente estaría fomentando una tecnosfera que se sobrepone a la biosfera. Precisa advertir que la biosfera es una frágil y efímera capa donde la vida existe y que además en este espacio tan delgado la magnificencia de la naturaleza es asequible. Por lo que es urgente que en la enseñanza de la tecnociencia se internalice el cuidado de la vida y el ejercicio de la libertad para no continuar edificando con una tecnosfera que depreda la frágil biosfera. De manera que se logre que los futuros ingenieros construyan tecnologías que consideren los impactos presentes y futuros consiguiendo, al mismo tiempo, un proceso de reconciliación entre la biosfera y la tecnosfera al reconstruir las interconexiones entre factores bióticos y abióticos.

La escuela puede cambiar esa visión; quizá puede ayudar porque también está de por medio la educación familiar y la educación que esparcen los medios de comunicación. Aunque los sistemas educativos están enfocados en crear profesionales competitivos, los profesores dentro del aula tienen la oportunidad de insertar como eje vertebral la valoración ética.

La línea verde transversal, que aquí se plantea, es una estrategia pedagógica en el aula que crea un camino que contrarresta el proceso lineal de la tecnociencia. Por consiguiente, propone que el conocimiento instrumental, impartido en el aula, sitúe en el centro la valoración ética sobre los impactos ambientales y sociales, pero que mayormente coloque como eje central la existencia de una diferencia muy marcada entre los procesos productivos industriales –que generan desechos imposibles de asimilar o de utilizar en otro proceso– y los procesos productivos naturales –que tienen la característica de ser de ciclo cerrado–. Es precisamente esta línea verde la que hace visibles las externalidades

producidas por la tecnosfera. La estrategia pedagógica referida lleva un trayecto de temas ambientales y sociales que involucra ejercicios, dinámicas, videos, introducciones motivacionales e infografías. Con el firme propósito de que cada una estas actividades de enseñanza acerquen a los estudiantes a la realidad de los límites de la naturaleza y logre generar conciencia de sus condiciones vulnerables. Por añadidura se conseguiría, entonces, hacer a un lado el anillo de poder que sabe llevar a la destrucción del planeta. En este quehacer la construcción de la línea verde transversal permearía los currículos de las diferentes áreas de la educación tecnológica, con la finalidad de que el estudiante construya artefactos y sistemas que le den un vuelco a la tecnosfera lineal y la conviertan en una dinámica y orgánica urgentemente compatible con la vida.

Este artículo es parte del proyecto de investigación Diseño de estrategias para la humanización del alumno de ingeniería PUE-PYR-2016-070. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Puebla.

Se declara que no existe conflicto de intereses respecto a la presente publicación.

Referencias

- Aguayo, F, Peralta, M. E, Lama, J. R., y Sotero, V. M. (2011). *Ecodiseño: Ingeniería sostenible de la cuna a la cuna (C2C)*. Madrid, ES: RC Libros. Recuperado de <http://www.rclibros.es/pdf/cap.1-Ecodiseneno.pdf>
- Albert, L. A. y Jacott, M. (2015). *México tóxico. Emergencias químicas*. México: Siglo XXI Editores.
- Arendt, H. (2003). *Eichmann en Jerusalén*. Barcelona, ES: Editorial Lumen.
- Aristóteles (1985) *Ética nicomáquea, Ética eudemia*. Barcelona, ES: Gredos.
- Bauman, Z. (2011). *Daños colaterales. Desigualdades sociales en la era global*. Madrid, España: Fondo de Cultura Económica.
- Boff, L. (2012). *La sostenibilidad. Qué es y qué no es*. México: Ediciones Dabar.
- Brunel, Á. (2009). *Economía: Externalidades y bienes públicos*. Recuperado de <http://www.ramos.utfsm.cl/doc/324/sc/Clase4.pdf>
- Commoner, B. (1978) Energía, medio ambiente y economía. *Transición. Economía, Trabajo, Sociedad*, 1(3), 13-16.
- Commoner, B. (1974). Dos enfoques de la crisis ambiental. *Revista Comercio Exterior*, XXIV(3), 264-280. Recuperado de <http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/406/4/RCE6.pdf>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2016). *Conceptos relacionados con el planeta*. Recuperado de <http://www.biodiversidad.gob.mx/pla-neta/quees.html>

- Dirección General de Educación Superior Tecnológica de México (2012). *Modelo educativo para el siglo XXI: Formación y desarrollo de competencias profesionales*. México: DGEST.
- Espinosa, L. (2014). Prólogo: Cuidar la vida y ejercer la libertad. A propósito de Jorge Riechmann. En J. Riechmann, *Un buen encaje en los ecosistemas*. 2ª ed., rev. *Biomímesis* (pp. 7-16). Madrid, ES: Los libros de la Catarata.
- Greenpeace (2013). *Nota técnica de la unidad científica de Greenpeace*. (Revisión 1/2013). Recuperado de http://archivo-es.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/Agricultura-ecologica/el_declive_de_las_abejas.pdf
- Innerarity, D. (2011). *La democracia del conocimiento*. Madrid, ES: Paidós Ibérica,
- Katz, E. (2010) Los anillos de Tolkien y Platón: lecciones sobre el poder, la libertad de elección y la moral. En G. Bassham y E. Bronson (Coords.), *El señor de los anillos y la filosofía* (17-35). Barcelona, ES: Editorial Ariel.
- Liman, D. y Bartis, D. (Productores, 2011). *Suits*. Nueva York, EE UU: USA Network.
- López, J. M. (2010). La ética profesional como religación social: Hacia una visión compleja para el estudio de la ética en las profesiones. *Revista Electrónica de Investigación Educativa* (núm., especial). Recuperado de <http://redie.uabc.mx/contenido/NumEsp2/contenido-calva.html>
- Lovelock, J. E. (1985) *Gaia, una nueva visión de la vida sobre la tierra*. Barcelona, ES: Ediciones Orbis. Recuperado de <http://www.huellasparaunfuturo.org/uploads/gaia.pdf>
- McDonough, W. y Braungart, M. (2005). *Cradle to cradle (de la cuna a la cuna): rediseñando la forma en que hacemos las cosas*. Madrid, ES: McGraw Hill.
- McNeill, J. R. (2000). *Something new under the Sun: An environmental history of the twentieth century World*. Londres, RU: Penguin Books.
- Milkbank, A. (2010). "Mi tesoro": el anillo de Tolkien como fetiche. En G. Bassham y E. Bronson (Coords.), *El señor de los anillos y la filosofía* (pp. 53-67). Barcelona, ES: Editorial Ariel.
- Ospina, W. (2017). *Parar en seco*. Barcelona, ES: Navona Editorial.
- Quijano, A. (2007). Colonialidad del poder y clasificación social. En S. Castro-Gómez y R. Grosfoguel (Eds.), *El giro decolonial. Reflexiones para una diversidad epistémica más allá del capitalismo global* (pp. 93-126). Bogotá, Colombia: Siglo del Hombre Editores-Universidad Central-Instituto de Estudios Sociales Contemporáneos-Pontificia Universidad Javeriana. Recuperado de <http://www.unsa.edu.ar/histocat/hamoderna/grosfoguelcastrogomez.pdf>
- Quijano, A. (2000). Colonialidad del poder, eurocentrismo y América Latina. En E. Lander (comp.), *La colonialidad del saber: eurocentrismo y ciencias sociales. Perspectivas Latinoamericanas* (p. 246) Buenos Aires, Argentina: Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLACSO). Recuperado de <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/lander/quijano.rtf>
- Riechmann, J. (2014). Rehacer una tecnosfera mal diseñada. En J. Reichman. *Un buen encaje en los ecosistemas*. 2ª ed., rev. *Biomímesis*. Barcelona, ES: Los libros de la Catarata.
- Riechmann, J. (2005) ¿Cómo cambiar hacia sociedades sostenibles? Reflexiones sobre biomímesis y autolimitación. *ISEGORIA*, 32, 95-118. Recuperado de <http://isegoria.revistas.csic.es/index.php/isegoria/article/viewArticle/459>
- Santiago, E. (2017). Decolonizing knowledge to eradicate poverty. *Journal of Sustainable Development*. 10(3), 55-67.
- Santiago, E. (2015). La inclusión del conocimiento tradicional en los procesos científicos transdisciplinarios. *Revista Ksmera* 43(1), 209-233. Recuperado de <http://www>.

researchgate.net/publication/272678027_La_inclusion_del_conocimiento_tradicional_en_los_procesos_cientificos_transdisciplinarios

Santiago, E, Victorino, J. B., y Murillo, M. (2012). Docente intelectual, gestor de la reflexión crítica. *Perfiles Educativos*, XXXIV(137), 164-178.

Santiago, E. (2009) Sustentabilidad a dos tiempos. *Polis. Revista de la Universidad Bolivariana*, 8(24), 357-382. Recuperado de <http://www.scielo.cl/pdf/polis/v8n24/art17.pdf>

Schick, T. (2010). Las grietas del destino: la amenaza de las tecnologías emergentes y los anillos de poder de Tolkien. En G. Bassham y E. Bronson (Coords.), *El señor de los anillos y la filosofía* (pp. 37-51). Barcelona, ES: Editorial Ariel.

Skoble, A. (2010). La virtud y el vicio. En G. Bassham y E. Bronson (Coords.) *El señor de los anillos y la filosofía* (pp. 91-98). Barcelona, ES: Editorial Ariel.

Toledo, V. M. (otoño, 2013). El metabolismo social: una nueva teoría sociológica. *Relaciones*, 136, 41-71. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rz/v34n136/v34n136a4.pdf>

Vargas, R. (abril-junio, 2003). La educación superior tecnológica. *Revista de la Educación Superior*, XXXII(126), 47-57.

Huertos escolares como espacios para el cultivo de relaciones

Daniel Eduardo Armienta Moreno
Charles Keck
Bruce G. Ferguson
Antonio Saldívar Moreno
El Colegio de la Frontera Sur

Resumen

Esta investigación examina el huerto escolar como un espacio que ayuda a fomentar las relaciones escolares. De manera particular, se analizan las buenas prácticas relacionales y sinérgicas reportadas por docentes que participaron en su establecimiento en Chiapas, a partir de la formación que recibieron de LabVida, así como las dificultades y limitantes que enfrentaron. En los huertos escolares se trabajan históricamente temas que incluyen alimentación y nutrición, ciencias, ecología, el cuidado del ambiente y agroecología, de ahí su importancia en el ámbito educativo. Asimismo, se estudian las estrategias de los docentes para crear mecanismos de vinculación con las familias, con otros docentes y directivos, al igual que con actores externos a la escuela, para establecer y dar continuidad a los huertos. Se concluye que, pese a las dificultades para su operación y seguimiento, representan un campo de oportunidad para construir espacios de encuentro y colaboración entre los docentes y estudiantes, y con otros actores internos y externos; aunque también se reconoce que mucho de su potencial se dificulta por diferentes factores estructurales y laborales de la docencia. Estos factores actúan como barreras para el escalamiento de los huertos, dejándolos todavía como una actividad marginal de los docentes que, por diferentes motivaciones, mantienen su compromiso de promoverlos en sus escuelas.

Palabras clave

Huertos escolares,
relaciones escolares,
formación docente.

School gardens as spaces for the cultivation of relationships

Abstract

This paper analyzes the school garden as a space that helps promote relationships among students. We analyze the good relationship and synergistic practices reported by teachers that participated in the creation of the space in Chiapas, based on the training they received from LabVida, as well as the challenges and limitations they faced. In school gardens certain topics are approached, such as diet and nutrition, sciences, ecology, caring for the environment and agroecology, which is why the gardens are important in educational spaces. Furthermore, we analyze teachers' strategies to create mechanisms for

Keywords

School gardens,
student
relationships,
teacher education.

Recibido: 22/06/2018

Aceptado: 10/12/2018

reaching out to families, other teachers and administrators, as well as figures outside the school, in order to establish and maintain the gardens. The paper concludes that, despite the difficulties implied in their operation and maintenance, school gardens represent a field of opportunity for constructing spaces for meeting and collaboration among teachers and students, as well as other internal and external figures; however, we also recognize that much of their potential is hindered by various structural and work-related factors of teaching. These factors act as boundaries to the growth of the gardens, converting them into marginal activities of teachers that, for different reasons, maintain their commitment to promoting them in schools.

Introducción

Los huertos escolares son espacios de encuentro educativo que pueden contribuir a una formación integral, así como a mejorar los resultados académicos y la nutrición de los estudiantes (Desmond, y Subramaniam, 2004; Ozer, 2006). Adicionalmente en ellos se aprende a cuidar la naturaleza, a tener una mejor alimentación y mejorar las relaciones entre las personas (Haros, García y Californias, 2013). Otros estudios hablan del potencial que estos tienen en los resultados académicos, principalmente en las materias de Ciencias, Biología y Ecología (Williams y Dixon, 2013). Una investigación más reciente muestra cómo los huertos escolares pueden favorecer la integración grupal y el trabajo colaborativo (Santiz, 2018).

Las parcelas escolares –antecedentes de los huertos en México– aparecen de forma oficial desde 1922; se establecen principalmente en escuelas de las zonas rurales, donde se realizaban diferentes actividades agrícolas y educativas en terrenos asignados por los ejidos a las escuelas (Vizcaíno 1988).

En el Código Agrario de 1934, se hallan los primeros lineamientos legales en torno a la operatividad de las parcelas escolares determinados por la Secretaría de Educación Pública y el Departamento Agrario (Vizcaíno, 1988). Para 1971, el Código Agrario de 1942 y todo lo relacionado a la parcela escolar habían perdido vigencia, aunque se la incluyó dentro del capítulo IV de la Ley de Reforma Agraria:

Artículo 101: La parcela escolar deberá destinarse a la investigación, enseñanza y prácticas agrícolas de la escuela rural a que pertenezcan. Deberá procurarse que en la misma se realice una explotación intensiva, que responda tanto a la enseñanza escolar, como a las prácticas agrícolas y científicas que se realicen en favor de los ejidatarios. La explotación y distribución de los productos que se obtengan de las parcelas escolares [...] se destinarán preferentemente a satisfacer las necesidades de la

escuela y a impulsar la agricultura del propio ejido (Congreso de los Estados Unidos Mexicanos, 1971, p. 25).

La parcela escolar fue perdiendo importancia con el tiempo y su desaparición es una muestra del abandono del campo mexicano y la desvalorización del trabajo campesino frente a los procesos de urbanización y a las políticas de industrialización y modernización.

En este contexto, desde 2010 el equipo multidisciplinario de Laboratorios para la Vida (LabVida) de El Colegio de la Frontera Sur ha promovido los huertos escolares en Chiapas, por medio de encuentros, cursos, intercambios, talleres y un diplomado enfocado a su “establecimiento [...] para la construcción de actitudes y capacidades en ciencias, nutrición y cuidado ambiental.” Además, LabVida impulsó de manera paralela la conformación de la Red Chiapaneca de Huertos Educativos, así como la Red Nacional y la Red Internacional de Huertos Escolares, por medio de las cuales muchos egresados de los diplomados siguen colaborando y actualizándose.

Los huertos escolares representan un campo de oportunidad para construir un espacio de encuentro y diálogo entre la comunidad escolar; es decir, padres y madres de familia, docentes, alumnos, directores, intendentes, instituciones de gobierno y organizaciones no gubernamentales. Sin embargo, en México no se han realizado estudios específicos que relaten la experiencia docente en torno a las estrategias requeridas para implementarlos, así como las formas de relación que surgen al interior de la comunidad escolar. Este estudio ofrece ejemplos del tipo de interacciones y relaciones que se forman a su alrededor. Rescata la voz de docentes que participaron en LabVida respecto a sus aprendizajes y prácticas en relación con el desarrollo de los huertos escolares como punto de encuentro entre diferentes actores.

El interés en la dimensión relacional de los huertos escolares se deriva de la actual problematización de la escuela como un espacio donde es común el no-encuentro, el desencuentro y la atomización (Keck, 2016). A pesar de la importancia de la comunicación y la colaboración en las escuelas (entre estudiantes y entre docentes) como base para la construcción de un colectivo que comparte una visión de rumbo y práctica educativa, es común la ausencia de esta cultura en las escuelas. En este trabajo, nos preguntamos si el huerto escolar y el enfoque formativo de LabVida pueden representar puntos de apoyo para empezar a generar otras relaciones y procesos más integrativos y colaborativos en las escuelas.

Metodología

Esta investigación cualitativa (Denzin y Lincoln, 2005) se centra en el análisis e interpretación de las experiencias de los docentes

en el proceso de formación que tuvieron a través del diplomado LabVida; las interacciones que se derivaron del mismo con los diferentes actores vinculados a los huertos escolares; el establecimiento de estos –como una de las tareas centrales del proceso formativo– en sus respectivas escuelas; así como conocer qué fue lo que más valoraron de dichas experiencias y cuáles fueron las dificultades que enfrentaron para la implementación de los huertos en sus respectivas escuelas. El trabajo se realizó en Chiapas, México, con docentes egresados, con años trabajando en los huertos escolares y que participaron en el diplomado del ciclo 2013-2014. Se realizaron además entrevistas con los fundadores y formadores de LabVida. Este estudio, por tanto, reconoce los actores clave en la construcción de la propuesta de formación junto con una muestra de docentes egresados del diplomado.

Se seleccionó una muestra intencionada (Martínez-Salgado, 2012) de ocho profesores egresados que, por iniciativa propia, implementaron al menos un huerto escolar a lo largo del programa. El rango de edad de los docentes oscilaba entre los 28 y 51 años, y la mayoría poseía una amplia trayectoria como docente; algunos, con un historial familiar campesino, lo que reflejaba de cierto modo su gusto por la siembra, el cultivo y las cosechas en los huertos. A los docentes seleccionados se les hizo una entrevista semiestructurada (Vela, 2001), que buscó crear una narrativa que profundizara en la experiencia de formación y construcción del huerto escolar. Las entrevistas se transcribieron en su totalidad, respetando las formas particulares del lenguaje de los participantes. Posteriormente se identificaron categorías de análisis que permitieran encontrar una lógica de los elementos más sobresalientes de las interacciones y las experiencias de los docentes, así como la apuesta metodológica de los promotores y formadores de LabVida.

Formas de vinculación con las familias

Los testimonios de los docentes dejan muy claro que un proyecto de huertos escolares no puede tomar por dado el apoyo de las familias, y que puede ser más difícil conseguirlo en una escuela rural:

“A veces los papás, sobre todo aquí en las comunidades, lo ven como ‘¿otra vez que vaya a tocar tierra mi hijo, no? Sí, lo estoy mandando a la escuela para que ya no sea campesino’” (Mtra. Romina, de primero y segundo grados de Telesecundaria).

No todos los padres de familias campesinas ven los huertos escolares como algo negativo, pero la postura de las familias que no ven su función educativa se convierte en un reto:

“Una señora dijo: ‘No, es que aquí puro huerto, puro huerto; ¡ya que aprendan otras cosas!’. Y le digo: Pero si a través del huerto estamos aprendiendo muchísimas otras cosas... ‘Chin’. Entonces una, lo pensó, lo sintió, pero bueno, yo seguí trabajando; no tuvo eco su comentario... Pero ese fue un momento difícil, el cómo darles a conocer, cómo pedirles su apoyo...” (Mtro. Alejandro, de segundo y cuarto grados).

Para abordar este escenario, es necesario tener respuestas claras que respalden y justifiquen el porqué de un huerto escolar. Argumentar claramente su importancia en el proceso académico y de integración, así como los beneficios probados de este tipo de actividades para la formación de los niños. Adicionalmente los maestros señalaron la importancia de **involucrar a las familias desde el principio y según sus aptitudes**, tomarlas en cuenta e integrarlas como agentes activos a lo largo del proceso.

Los docentes enfatizaron la importancia de una **buena planeación previa del proyecto**:

“Tú puedes argumentar...[a] quien te llegue a visitar: Yo estoy trabajando el currículum; estoy trabajando estos propósitos, estas competencias, y estoy trabajando estas habilidades. Pero, claro, tú tienes que tenerlo visualizado antes” (Mtra. Romina, de primero y segundo grados de Telesecundaria).

Algunos argumentos y justificaciones giran en torno a la alimentación, como lo muestra el siguiente diálogo:

–No, ¿cuáles [beneficios], profe?

–No, pues es que tenemos que analizar primero qué están comiendo, de dónde viene lo que están comiendo los niños, ¿será bueno lo que están comiendo? ¿Y qué alternativas dan?

–No, pues sí tiene usted razón. Entonces hagamos el huerto... (Mtro. Francisco, de quinto grado).

Varios profesores reconocieron el aporte de los huertos escolares a los temas en ciencias, principalmente biología y ecología, matemáticas, español, medio ambiente y nutrición, como elemento central para convencer a las familias.

El apoyo de los padres de familia también es indispensable puesto que pueden aportar conocimientos y herramientas para la implementación del huerto:

“Los papás pues... eh, todos participaron apoyando a sus hijos, para buscar, en este caso el cajón, porque lo hicimos en... o cajones, buscando abono y pues todos participaron”(Mtro. Alberto, de quinto y sexto grados).

“Las camas... este... les pusimos *block*, les pusimos dos hileras de *block*, y nos llevaron mucho abono, y pues al lado de la escuela se encuentra el rastro municipal de Teopisca y los padres de familia, por su experiencia, nos decían: ‘No, pues vamos a ir a traer estiércol del rastro, estiércol de las vacas’, y pues ya lo fuimos, este, abonando más el huerto con estiércol de las vacas, que sacaban del rastro...” (Mtro. Alejandro, segundo y cuarto grados).

Se aprecia cómo el huerto escolar, cuando ya ha sido aceptado y reconocido por los padres y madres de familia, se vuelve un espacio de encuentro y cohesión comunitaria entre docentes, alumnos y familias. De hecho, todos los docentes entrevistados reconocieron el involucramiento de los padres de familia en el proceso de implementación, ya sea con conocimientos, materiales o trabajo físico.

El encuentro con directores y docentes

En contraste con las familias, en la mayoría de los casos fue muy difícil lograr que los directivos y demás profesores se sumaran de manera comprometida y voluntaria a la creación del huerto escolar. Algunos aceptaban al principio del proceso, pero fácilmente lo abandonaban, recayendo toda la responsabilidad en el docente que lo había propuesto:

“Siempre es como ‘bueno, pero la maestra Fernanda lo propuso, entonces ella es quien se tiene que hacer cargo de eso ¿no?’” (Mtra. Fernanda, preescolar).

A pesar de que el huerto escolar al inicio funcionó como un lugar de encuentro en la escuela, varios docentes comentaron que se fue desvaneciendo conforme los otros docentes empezaron a deslindarse. Por otro lado, algunos de los directores o docentes no reconocieron esta actividad como algo realmente funcional en términos educativos:

“Le platicué al director, pero no fue muy bien visto... ni muy aceptado... Entonces sí hubo cierta resistencia, porque piensan que salimos al huerto y nos vamos a pasar el día ahí. No sé... el pretexto ideal para poder estar fuera del aula y dejar de estar trabajando los contenidos educativos” (Mtro. Alejandro, segundo y cuarto grados).

Al no ser una actividad respaldada institucionalmente, no existe un interés y apropiación del programa por parte de los directivos que facilite y promueva el involucramiento de otros docentes.

Esto provoca desmotivación y sobrecarga de trabajo, principalmente para el docente que toma la iniciativa.

“ ... a veces, los maestros no le creen al huerto. Dicen: ‘Ah no, sembrar... O sea, ¿qué van a aprender los niños sembrando...’ Eso es, es terrible; cuando te enfrentas a compañeros así ha sido complicado, pero pues yo solamente puedo decir: Bueno, pues, ni modos, él piensa así y entonces... Vamos a ver qué opina dentro de dos, tres meses, con el trabajo que se hace” (Mtro. Alejandro, segundo y cuarto grados).

Esta falta de compromiso por asumir nuevas actividades, no institucionalizadas, es una de las principales limitantes para el seguimiento de los huertos escolares en las escuelas. Aunque existan excepciones, por lo general, estos no han logrado motivar el encuentro y trabajo colaborativo entre la planta académica.

Encuentro con otros actores dentro de la escuela

A pesar de estas dificultades, se hallaron formas alternativas para propiciar el encuentro y relación con otros actores de la escuela. El caso del maestro Francisco presenta un ejemplo de vinculación con las mamás a través de la cocina de la escuela:

“Fue muy bonito ver que las señoras no compraban cebollas, no compraban cilantro, tomillo y cositas así y los iban a arrancar al huerto. Y felices las señoras, porque las colitas de cebolla ellas las plantaban: ‘No, si con el huerto nos ahorramos unos pesos y...’ Y yo dije: “Órale, qué chido” (Mtro. Francisco, quinto grado).

En este caso, por la acción de las mamás, se forjó un vínculo entre el huerto y la alimentación escolar; e incluso se vinculaba la escuela con las casas por las cebollas que plantaban en sus solares.

El profesor Francisco también reitera la importancia de involucrar a los intendentes y veladores, ya que estos actores pueden tener una empatía hacia el cultivo de plantas. Sergio, el velador de la escuela, fue reconocido como un “biólogo nato”, a través de su nuevo papel en el huerto escolar. Gracias al velador, el huerto cobró vida, puesto que se esmeró y apoyaba compartiendo conocimientos y haciendo observaciones benéficas:

“Buscar algunos aliados claves dentro de la escuela: puede ser el conserje, puede ser el velador. En nuestro caso los dos personajes nos apoyan. Don Sergio, el velador: ‘Profe, parece que su matita está muy enmontada’. A ver, chicos, vamos a desmontar.

‘Profe, ya vi que estaba una mariposa poniendo los huevos ahí’. A ver, chicos. Vamos a ver qué está pasando. ‘Profe, se están secando las plantas...’ Bueno, ahí se lo recomiendo en el periodo de vacaciones, por ejemplo. También tienes que tener en cuenta eso, que los ciclos de las plantas y los ciclos laborales más o menos vayan empatados, porque si no vas a sembrar ya ahorita en estas fechas que ya vamos a salir de vacaciones ¿y quién las va a cuidar? ¿Cómo vamos a ver el desarrollo de la planta?’ (Mtro. Francisco, quinto grado).

El hecho de integrar estos actores al huerto escolar promueve un espacio de colaboración alrededor del huerto. Entre más personas de la comunidad escolar que apoyen ese proyecto, la carga de trabajo se puede ir reduciendo en términos de tiempo, recursos y energía. Tanto su ayuda como la de algunos agentes externos también puede ser crucial para la continuación de un huerto escolar, especialmente durante los periodos vacacionales. El ejemplo del velador Sergio deja más claro cómo es que el huerto escolar tiene el potencial de generar un campo de relaciones, en el cual los maestros proponentes del proyecto inicial construirán diferentes relaciones con el resto de la comunidad escolar (directores, docentes, padres y madres de familia, empleados de la cocina, velador, personal de intendencia, vecinos, instituciones de gobierno y organizaciones no gubernamentales).

Encuentro con los estudiantes

En el caso de los alumnos, la posibilidad de estar en un espacio abierto, realizando un trabajo colaborativo en contacto con la naturaleza, es la principal motivación para participar en los huertos. La agro-ecología, educación ambiental y la alimentación son temáticas utilizadas por los maestros Antonio y Francisco para incitar la adhesión del alumnado.

“Sí. Y de una vez les digo ¿sabes qué?: no te voy a dar mejor calificación, no te voy a dar puntos, solo vas a aprender una experiencia diferente con la madre tierra. Vamos a sembrar, vamos a cuidar, vamos a limpiar, vamos a regar, pero vamos a cosechar. ¿Te interesa?”. (Mtro. Antonio, profesor de secundaria en San Cristóbal de las Casas, Chiapas).

Diferentes estudios muestran la importancia de diversificar los espacios de aprendizaje de los niños en las escuelas. Demasiado tiempo dentro de las aulas termina por limitar la atención y motivación por aprender. Las salidas a los museos, parques, bosques, parcelas, restos arqueológicos, etc., junto con los huertos, constituyen esa oportunidad de aprender en espacios distintos al

aula y cercanos a la realidad sociocultural de los estudiantes. Sin embargo, muchas veces la burocracia, las limitantes en recursos para el transporte y la seguridad de los estudiantes hacen que los docentes prefieran no salir de la escuela. En cambio, los huertos escolares tienen la ventaja de estar dentro de la escuela, ofreciendo oportunidades cotidianas para el trabajo colaborativo en un entorno estimulante (Morentin y Guisasola, 2014).

El aporte de LabVida y otras organizaciones

Si bien, hay evidencias de la función relacional e integrativa del huerto al interior de las escuelas, quizás los vínculos más importantes para los docentes entrevistados se han formado con actores externos a su propia comunidad escolar. El actor extra-escolar que más aparece en los testimonios es LabVida. Las formadoras de Lab Vida brindaron apoyo y seguimiento a lo largo del proceso de implementación de los huertos escolares, así como diferentes herramientas metodológicas que se desarrollan en los módulos de formación. Labvida aparece como un actor externo a la comunidad escolar, pero sus integrantes se mantienen en constante comunicación con los docentes. El diplomado incluyó una fase de seguimiento en la cual se visitaron los huertos y escuelas de cada docente. Las responsables del programa brindaron apoyo para los docentes y generaron una sensación de confianza en donde el grupo operativo de LabVida se convirtió en personas con lazos cercanos:

“Yo he sentido mucho respaldo [de Labvida], y me siento como entre familia pues cuando estamos con ellos ¿no?, o sea, porque nunca nos han dejado ahí, a la deriva...” (Mtro. Roberto, profesor de primaria rural).

Los huertos escolares abren una puerta de oportunidad para convivir, intercambiar ideas, generar alianzas y relaciones positivas con diversas personas, escuelas, organizaciones o instituciones que hacen actividades relacionadas con ellos.

La oportunidad de retroalimentación con el equipo de LabVida es reconocida por los maestros como una experiencia enriquecedora en el ámbito laboral.

“Creo que ha sido un apoyo fundamental, porque... pues el trabajar con este grupo de personas me ha permitido conocer muchos lugares y a muchas personas que me pueden apoyar, en cualquier duda o cualquier cosa que yo necesite en su momento ...” (Mtra. Fernanda, profesora de preescolar).

Además, varios de los docentes reconocen el aporte de esta formación en lo personal, puesto que aplican lo aprendido cuando

establecieron huertos y produjeron compostas, para cambiar sus hábitos alimenticios en sus hogares.

“...pero también es beneficio personal, porque tenemos huerto en casa, porque separamos la basura, porque ya cuidamos unas lombrices en casa” (Mtro. Francisco, profesor de quinto de primaria en Teopisca, Chiapas).

Los docentes reconocieron también el gusto por la formación que recibieron, ya que no solamente van por obtener un diploma que avale su acreditación del diplomado, sino que

“es un gusto personal de ayudar a los niños a conocer otras formas de cómo vivir, de cómo estudiar, de cómo aprender. Y no voy a atrás de cosechar... Sí quiero cosechar, pero conciencias; o sea, que ellos aprendan, a través de la experiencia del huerto” (Mtro. Antonio, profesor de secundaria, en San Cristóbal de las Casas, Chiapas).

También resulta motivante la reflexión individual que propicia el trabajo en el huerto escolar. El espacio, para trabajar con su identidad como personas y como formadores en un mundo cambiante, impactó sobre sus hábitos alimenticios y sus formas de relacionarse con otras personas.

Otro actor externo identificado fue el programa del gobierno de Chiapas, Educando con Responsabilidad Ambiental (ERA), del cual algunos docentes recibieron apoyos materiales para la creación del huerto escolar:

“yo me quedé en una comisión que se llama ERA, es... este... Educación con Responsabilidad Ambiental, que implementó el gobierno del estado [de Chiapas, México]. Me quedé y yo busqué la manera de quedarme en esa comisión para poder implementar los huertos escolares” (Mtro. Alejandro, profesor de primaria en Teopisca, Chiapas).

Se resalta la importancia de buscar diferentes aliados, para que aporten al huerto escolar materiales, conocimientos, trabajo voluntario y experiencias. Estas acciones de buscar apoyo y vinculación externa son iniciativas de los docentes que contribuyen y facilitan la realización de los huertos escolares.

Los huertos escolares como procesos de construcción social del aprendizaje

Los testimonios de los docentes confirmaron la noción de que el huerto escolar es un espacio-proceso, que requiere de la

Tabla 1. Formas de relación entre docentes-comunidad escolar y elementos de persuasión y convencimiento

Actores	Elementos de persuasión y formas de participación
Docentes	Apoyo y participación en las labores de construcción y seguimiento
Padres y madres de familia	Alimentación, justificación, planeación previa e involucramiento por aptitudes
Alumnado	Educación ambiental, pensamiento crítico y convivencia
Directivos y docentes	Conexión con el currículo oficial
Intendencia y veladores	Conocimientos y apoyos en labores
LabVida, RIHE, RCHE, SEMARNAT, ERA, SEDATU, DIF	Apoyo con materiales y recursos, conocimientos, seguimiento

colaboración y vinculación con otros actores dentro y fuera de la escuela. Puede servir como un punto de encuentro, convivencia y aprendizaje para la comunidad escolar y para realizar actividades colaborativas, como sembrar, cosechar y cocinar. En el huerto escolar el alumnado participa, propone y construye en relación con su contexto sociocultural específico, por lo que se puede sentir más identificado con la escuela y, por ende, desarrollar mejores relaciones comunitarias (Feito, 2011). Las actividades escolares que involucran al alumnado y a las familias incrementan la autoestima de los alumnos, así como su rendimiento escolar. Mejoran las relaciones y la forma en la que los padres y madres de familia ven la escuela, así como la relación entre los mismos alumnos (Reininger, et al., 2013; Ozer, 2006).

Por todo lo anterior, se reitera la necesidad de recuperar, integrar e institucionalizar los huertos escolares en el sistema educativo, ya que posibilitaría mejoras significativas para el ambiente escolar. En la actualidad, muchas de las escuelas operan en un ambiente de poca colaboración y hasta de conflicto. Este estudio no pudo abarcar hasta qué punto la relación de los familiares y alumnos mejoró por participar en el huerto, y sería tema fructífero para futuras investigaciones.

El huerto escolar es un espacio de encuentro y colaboración entre alumnos-docentes, por el simple hecho de que interactúan en las diferentes actividades para el establecimiento y mantenimiento del huerto, como la observación, mediciones, trasplantes, siembra, entre otras muchas. Estos programas pueden combatir la atomización escolar y fomentar en el alumno un sentimiento de identidad y pertenencia hacia la escuela y, por lo tanto, mejorar la relación alumnos-familias-escuela.

El proceso de vinculación es muy complejo y varía dependiendo del contexto particular de cada escuela. Varios factores

determinan si la vinculación va a ser positiva o negativa, fácil de llevar o con muchas limitantes. La mayoría de los maestros ya no tenía el huerto escolar con el que trabajó durante su participación en el diplomado de LabVida. Sin embargo, algunos siguen colaborando en la Red Chiapaneca de Huertos Escolares (RCHE). Esta observación coincide con otros estudios (Bucher, 2017; Ozer, 2006; Desmond et al., 2004) donde los docentes reportan haber dejado sus huertos escolares por diferentes causas: la falta de experiencia en los huertos, los pocos financiamientos, el rechazo por parte de las familias, el poco respaldo de los directivos y de otros docentes, la falta de tiempo por parte de los maestros, el uso de terrenos no aptos, o el traslado del huerto por cambios en la infraestructura de las escuelas. También afectaron los huertos escolares los escenarios de vandalismo, la dificultad para vincularlo con el currículo, la enfermedad o el cambio de escuela del maestro que lo había propuesto en primer término, así como la falta de respaldo o reconocimiento institucional. Para Chiapas, en particular, también se presentaron casos de la movilidad de los maestros, lo que puede dejar truncado el huerto escolar, si no se deja un proyecto bien establecido.

Para poder mantener un huerto escolar, es necesario desarrollar actividades que impulsen el fortalecimiento del proyecto, a través de asambleas entre la comunidad escolar para coordinar las actividades en pro de este y su posible articulación con otros esfuerzos y actividades comunitarias. Las donaciones o actividades para procurar fondos pueden contribuir a su fortalecimiento (Ozer, 2006).

Por todo lo anterior, Ozer (2006) sugiere establecer un plan y una base sólida al inicio del proyecto que involucre a todo el personal posible dentro de la comunidad escolar, algo que los docentes chiapanecos no siempre enfatizaron. Algunas escuelas tienen éxito, porque sus programas han podido vincular a los padres de familia, docentes, voluntarios, interesados y estudiantes en el mediano y largo plazo (Ozer, 2006). Algo parecido sucede en la RCHE:

“Para que los maestros puedan hacer un huerto escolar, yo les recomendaría que organicen un buen plan para hablarle a sus directivos, a sus compañeros, a los padres de familia, a los niños, este... y poder... poder hacer mucha conciencia de la importancia que tiene un huerto escolar... Entonces esto es un proceso. Lleva mucho tiempo para que los demás puedan tener visión de lo que se está haciendo sí se necesita... y hacer que crean en tu propuesta” (Mtro. Alejandro, profesor de primaria en San Cristóbal de las Casas, Chiapas).

Adicionalmente el maestro Alejandro invita a tener en mente que no todas las personas lo van a ver al principio como una buena

práctica, sino que es algo que se va construyendo poco a poco. También pueden surgir aliados inesperados por parte de actores externos, como son las instituciones del gobierno y los programas que de ellos derivan, como fue el caso de Educando con Responsabilidad Ambiental (ERA), que contribuyó con materiales y algunos de los entrevistados lo aprovecharon. Sin embargo, la capacitación nunca estuvo presente dentro de este programa, por lo cual su estrategia de apoyar los huertos escolares se consideró incompleta por uno de los profesores entrevistados.

Una vez que se desarrolla una relación positiva, el apoyo de los padres y madres de familia es un gran elemento a favor de los huertos escolares. Su apoyo se refleja muchas veces al inicio del proyecto, en la construcción de las camas de cultivo o al traer el material de abono, semillas, plántulas, herramientas, etc. Más allá del apoyo físico y de recursos materiales, su conocimiento puede ser un recurso indispensable. Muchas familias en Chiapas provienen del campo, por lo cual su conocimiento con respecto al tipo de cultivo y su temporada puede ser más completo que el del docente. En este aspecto, todo el profesorado obtuvo el apoyo de los padres de familia y se crearon relaciones positivas. Parece ser que el relacionar a los padres y madres de familia en el programa no es un proceso tan difícil y complejo, a diferencia de la intención de establecer una relación con otros maestros que apoyen los huertos escolares. Parte de esto proviene de su motivación por poder apoyar a sus hijos en las actividades escolares (Reininger et al., 2013).

Establecer una vinculación previa con las familias es necesario y requiere de una planeación y construcción de los argumentos que justifiquen, en el marco del proceso educativo, el establecimiento de un huerto escolar. Puede tener mejores impactos si se hace a través de temas como la salud alimenticia y educación ambiental.

El apoyo de las familias puede ser particularmente importante al establecer el huerto escolar, ya que reduce el trabajo físico, que puede ser pesado o riesgoso para los niños. Docentes de Filadelfia, Estados Unidos, mencionan que existen terrenos donde el esfuerzo que requiere regenerar la zona puede ser muy costoso y peligroso para el alumnado, por el tipo de materiales o residuos que se pueden encontrar (Bucher, 2017). Para el caso de Chiapas, se reportó uno similar donde el maestro Roberto menciona que “casi perdía la fe en el huerto escolar”, por todo el trabajo que le costó al comienzo adecuar el terreno.

Con respecto de los otros docentes de la escuela –como ya se mencionó anteriormente– se deduce que no siempre existe un compromiso real y permanente con los huertos escolares. Algunos docentes tienden a involucrarse al principio, y después de un tiempo se deslindan y abandonan su responsabilidad. La coordinación e implementación debe ser apoyada por –al menos– un

docente más, para que pueda tener una mayor probabilidad de éxito (Bucher, 2017). Se otro modo, la iniciativa tiende a cargar mucho peso en el docente proponente. La dificultad de involucrar más docentes se vuelve compleja, porque saben o sospechan que les va a implicar más trabajo y no siempre tienen la disposición para hacerlo. Tener que llegar una hora antes y salirse una hora después no es poca cosa para muchos de ellos. Otra razón para lo cual el huerto escolar –sobre todo en zonas rurales e indígenas– puede ser más difícil es porque los maestros viajan continuamente, y son estas escuelas donde hay mayor rotación de docentes. Para el caso particular de Chiapas, se corrobora que, en la mayoría de los casos, los docentes implementaron los programas sin la ayuda de otros docente; lo cual refleja una limitada o falta de relación entre los compañeros de trabajo.

Los huertos escolares aún no son una actividad institucionalizada dentro de las prácticas pedagógicas determinadas por el sistema educativo nacional ni por el estatal, a pesar de contar con un antecedente histórico y la premisa fundamental en la Constitución mexicana. Esto causa enormes dificultades para los directores, docentes y personas que buscan implementar, sin el respaldo del sistema educativo, los huertos escolares como un movimiento legítimo y necesario para el bien de la educación y la sociedad. En la mayoría de los casos, esta investigación demuestra precisamente que los huertos escolares carecen de una institucionalización; es decir, estas estrategias pedagógicas no han sido validadas por las autoridades educativas, por lo cual no existe un respaldo y apoyo formal con recursos materiales o humanos que acompañe al docente en este caminar (Desmond, Grieshop y Subramaniam, 2004).

El escaso involucramiento por parte de los otros docentes de las escuelas tiene que ver con las dinámicas burocráticas, los mecanismos de evaluación estandarizada que privilegian ciertos conocimientos de ciencias, matemáticas y español; así como la ideología y las formas de ver la educación y la enseñanza, centradas en contenidos curriculares establecidos en los libros. Como lo dice Bucher (2017), los programas ajenos al currículo escolar solo son implementados por docentes motivados, dispuestos a “asumir otro trabajo”. Otro factor por el cual los docentes deciden no involucrarse en los programas es la presión constante que tienen de que sus alumnos obtengan buenas calificaciones en las evaluaciones estandarizadas (Bucher, 2017). Existe una posibilidad de que algunos maestros se convenzan de la efectividad del programa, después de ver los resultados alcanzados.

Es importante fortalecer la experiencia de los huertos escolares que se ha creado en Chiapas, a través de LabVida, en conjunto con organizaciones como la Red Chiapaneca de Huertos Escolares. Existen ya encuentros bimestrales de la RCHE, que se originaron como una forma de seguimiento para los docentes del

diplomado y donde se suman cada vez más actores de diferentes lugares y espacios. Esta red y los encuentros han contribuido a asegurar la permanencia del movimiento. Las barreras que impiden el avance de los huertos escolares en Chiapas son muy similares a las que se han encontrado en lugares tan distintos como Filadelfia, La Habana y Los Ángeles (Bucher, 2017). Conviene que estén conscientes de ellas los que proponen la creación de huertos escolares en cualquier lugar del mundo.

Conclusiones

Los huertos escolares representan un campo de oportunidad para la convivencia, la colaboración y encuentro entre la comunidad escolar en las escuelas de Chiapas; pueden contrarrestar los efectos de la atomización e individualización que se da en las escuelas. La falta de respaldo, reconocimiento e institucionalización de este tipo de programas, la movilidad de los docentes y la falta de apoyos específicos para la implementación de los huertos escolares dificultan su escalamiento y los restringen a la iniciativa y motivación de algunos maestros y directivos apasionados. Se hallaron similitudes entre los escenarios reportados por Desmond (2010) y Bucher (2017), principalmente en las dificultades o barreras para el establecimiento de los huertos escolares.

Este es el primer trabajo de este tipo que se realiza con relación a Chiapas, por lo cual creemos que es un buen punto de partida para futuras investigaciones en otros lugares del país o Latinoamérica; que este artículo sirva de referencia para estudios que se realicen en otras partes del mundo.

Se reitera la necesidad de tener aliados internos y externos. Si no existe el apoyo y todo el peso del programa recae sobre un solo docente, es muy probable que el huerto escolar no perdure. Entre más organizado se esté y más aliados se sumen, las posibilidades de persuadir al resto de la comunidad escolar serán mayores. Es importante tomar en cuenta los argumentos y las temáticas que utilizaron los docentes para comunicar sus propuestas de huertos escolares a distintos sectores. Para los padres de familia, enfatizaron nutrición, agroecología y educación ambiental principalmente. Para los directivos y otros docentes, se manejaron temáticas más vinculadas a la función educativa que pueden brindar estos programas y cómo complementan la educación en cualquier nivel, especialmente en ciencias, matemáticas, biología, ecología y medio ambiente.

LabVida y la Red Chiapaneca de Huertos Escolares son dos organizaciones imprescindibles para la continuación de un movimiento unificado de este tipo de proyectos en Chiapas. Propician encuentros entre docentes, estudiantes y familias, así como entre diferentes escuelas en donde se forman relaciones horizontales y

solidarias. LabVida y la RCHE son un modelo a seguir para México. La mayoría de los docentes entrevistados en esta investigación no tenían un huerto escolar, pero siguen activos de alguna u otra forma en la RCHE, promoviendo este tipo de actividades.

En las escuelas, hay una necesidad de construir relaciones positivas y solidarias entre docentes, independientemente de los huertos escolares. Es muy difícil llevarlos a cabo sin la ayuda de más personas dentro y fuera de la escuela, que coordinen, operen y mantengan el huerto. Esto se manifiesta constantemente entre los docentes de la RCHE, la cual apoya a nuevos integrantes que se están sumando día a día. Los paros del magisterio, las movilizaciones de los maestros, la construcción o cierre de la escuela son factores que se presentaron en algunos casos que hacen peculiar el contexto de Chiapas. Cada maestro participante en los diplomados de LabVida y la RCHE invierte su tiempo y esfuerzo, sin esperar nada a cambio; sus intereses se enfocan en construir una educación más integral, activa, participativa y contextualizada, así como contenidos que complementen el currículo escolar.

Si un huerto escolar no tiene un equipo operativo formal a lo largo de los periodos de clase, es muy probable que solo dure la temporada que esté el maestro proponente. Sin embargo, el hecho de que no continúe un programa no significa que fuera un fracaso. En un año escolar se puede impactar bastante en la vida y el pensamiento de los estudiantes. Muchos estudios confirman los efectos positivos de los huertos escolares en las actitudes de los niños hacia la alimentación, el medio ambiente y la agroecología en general.

Los huertos escolares necesitan seguir siendo impulsados por las escuelas y la sociedad en su conjunto, ya que responden a problemáticas alimenticias, ambientales y económicas relevantes en la actualidad; en el contexto de hoy en día, donde además existen huertos urbanos, comunitarios y familiares, existe una gran oportunidad para articularse con otras iniciativas sociales ya existentes.

La educación debe apostar a nuevas forma de ser, estar, convivir y hacer, para construir sociedades más amigables con los demás y con su entorno; formar personas más conscientes y preparadas para enfrentar los diferentes problemas vinculados a la alimentación, deterioro ambiental y valoración de la otredad. Los huertos escolares ofrecen muchas posibilidades para transformar la educación en este sentido. Las relaciones que se construyen a partir de ellos abren oportunidades para rehacer las dinámicas de interacción entre los docentes, directivos, familias y estudiantes, así como con otros actores internos y externos a las escuelas. La experiencia de los huertos escolares en Chiapas constituye parte de un movimiento social, que, pese a las dificultades encontradas, permanece y poco a poco supera los obstáculos para poner en las agendas políticas la recuperación de estos espacios históricos (las

parcelas escolares, ahora transformadas en huertos escolares) que revaloran la importancia del campo mexicano en la actualidad.

Se declara que no existe conflicto de intereses respecto a la presente publicación.

Referencias

- Blair, D. (2010). The child in the garden: An evaluative review of the benefits of school gardening. *The Journal of Environmental Education*, 40(2), 15-38.
- Bravo, M. (2016). *Vínculos entre la escuela y la comunidad escolar mediante el huerto escolar*. (Tesis de maestría). El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas, México.
- Bucher, K. (2017). Opening garden gates: Teachers making meaning of school gardens in Havana and Philadelphia. *Teaching and Teacher Education*, 63, 12-21. doi: 10.1016/j.tate.2016.12.003
- Christian, M., Evans, C., Conner M., Ransley, J., y Cade, J. (2012). Study protocol: Can a school gardening intervention improve children's diets?. *BMC Public Health*, 12(1), 304. doi: 10.1186/1471-2458-12-304
- Denzin, K., y Lincoln, S. (2005). Introducción. La disciplina y la práctica de la investigación cualitativa. *The Sage Handbook of Qualitative Research*, 1-13. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004
- Desmond, D., y Subramaniam, A. (2004). *Revisiting garden-based learning in basic education*. Roma, Italia: FAO.
- Feito, R. (2011). *Los retos de la participación escolar. Elección, control y gestión de los centros educativos*. Madrid, España: Morata.
- Flanagan, C. (enero-febrero, 2010). Cultivating Failure. *The Atlantic Magazine*. Recuperado de <https://www.theatlantic.com/magazine/archive/2010/01/cultivating-failure/307819/>
- Haros, B. García, T. Californias, S. (2013). Huerto escolar: estrategia educativa para la vida. *Ra Ximbal. Revista de Sociedad, Cultura, Desarrollo*, 9, 543-558.
- Keck, S. (2016). Extreme teaching and the politics of teachers' working conditions at the peripheries of the Mexican education system. *Sinéctica*, (46): 1-15.
- Martínez-Salgado, C. (2012). El muestreo en investigación cualitativa: principios básicos y algunas controversias. *Ciência & Saúde Coletiva*, 17(3), 613-619. doi: 10.1590/S1413-81232012000300006
- McAleese, J., y Rankin, L. (2007). Garden-based nutrition education affects fruit and vegetable consumption in sixth-grade adolescents. *Journal of the American Dietetic Association*, 107(4), 662-665. doi: 10.1016/j.jada.2007.01.015
- Morentin, M., y Guisasola, J. (2014). La visita a un museo de ciencias en la formación inicial del profesorado de educación primaria *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(3), 364-380.
- Morgan, P., Warren, J., Lubans, D., y Saunders K. (2010). The impact of nutrition education with and without a school garden on knowledge, vegetable intake and preferences and quality of school life among primary-school students. *Public Health Nutrition*, 13(11), 1931-1940. doi: 10.1017/S1368980010000959

- Ozer, J. (2006). The effects of school gardens on students and schools: Conceptualization and considerations for maximizing healthy development. *Health Education & Behavior*, 34(6), 846-863. doi: 10.1177/1090198106289002
- Reininger, T., Santana, A., Saracostti, M., Sepúlveda, M., y Villalobos, C. (2013). *Familia-Escuela. Comunidad II: Herramientas para un trabajo colaborativo*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria.
- Robinson-O'Brien, R., Story, M., y Heim, S. (2009). Impact of garden-based youth nutrition intervention programs: a review. *Journal of the American Dietetic Association*, 109(2), 273-280. doi: 10.1016/j.jada.2008.10.051
- Sántiz, G. (2018). *El huerto escolar, oportunidad para fortalecer el trabajo colaborativo y la integración entre los estudiantes de escuelas primarias*. (Tesis de maestría) El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas, México.
- Vela, F. (2001). Un acto metodológico básico de la investigación social: la entrevista cualitativa. En M. L. Tarrés (Coord.), *Observar, escuchar y comprender: Sobre la tradición cualitativa en la investigación social* (pp. 63-92). México: FLACSO-El Colegio de México.
- Vizcaíno, C. (1988). *Caracterización de la parcela escolar en el estado de Colima*. (Tesis de maestría). Universidad de Colima, Colima, México. Recuperado de <http://bvirtual.ucol.mx/consultaxcategoria.php?categoria=3&id=5244>
- Williams, D., y Dixon, S. (2013). Impact of garden-based learning on academic outcomes in schools: Synthesis of research between 1990 and 2010. *Review of Educational Research*, 83(2), 211-235. doi: 10.3102/0034654313475824

[EX-LIBRIS]

Robot-Proof: Higher Education in the age of artificial intelligence

Joseph E. Aoun. (2017). EE UU: MIT.

Desde hace algunos años estamos atravesando una revolución tecnológica, en la cual los robots y la inteligencia artificial son los protagonistas. El desarrollo de la tecnología ha avanzado a tal grado que las personas temen que las máquinas artificiales igualen las capacidades humanas y sean desplazadas de su trabajo.

La historia nos ha enseñado que, cuando la tecnología tiene un cambio significativo, la economía y la educación también lo tienen. Las máquinas pueden destruir muchos de los trabajos actuales, sin embargo, la misma tecnología da lugar a nuevas industrias, y, por consiguiente, nuevas formas de empleo

La educación es un apoyo muy importante en la vida del ser humano, ya que brinda las herramientas necesarias para vivir y trabajar de forma considerable, y es en este punto donde surgen las preguntas: ¿cómo se debe preparar a los estudiantes para este mundo que está cambiando tan rápido?, ¿cómo usar la educación para ayudar a las personas en los ámbitos profesionales y económicos?, y ¿cómo debe de ser la educación para que a las personas no les gane la tecnología, es decir, sean a prueba de robots?

Actualmente muchos profesionistas han sido desplazados de sus trabajos debido a la automatización, y han optado por ingresar a la llamada *gig-economy* (economía de pequeños encargos, por ejemplo, Uber, Cabify, etc.), pero esta no es una solución. Los nuevos trabajos bien remunerados son los denominados “trabajos híbridos”, que requieren experiencia tecnológica en programación o análisis de datos junto con otras habilidades o conocimientos del área de estudio. En la época digital, en donde parece que el mundo está conducido por computadoras, *software* y algoritmos, las personas que tienen conocimiento en estos ámbitos siguen teniendo un gran campo de trabajo.

Aunque el trabajo humano se ha devaluado, no debemos de ser pesimistas. Hay que considerar dos hechos importantes: el primero es que todavía existen muchas cosas por descubrir, desde la cura para diferentes enfermedades hasta la restauración del medio ambiente, lo que implica que seguirán existiendo trabajos para muchas áreas de conocimiento; y el segundo es el rol que ha

jugado la educación para elevar a las personas al siguiente nivel de desarrollo económico.

Debido al acelerado crecimiento de la tecnología, la pendiente educativa cada vez es más pronunciada y las universidades deben de satisfacer esa demanda del aprendizaje. Los trabajadores que llegan a ser líderes en el mercado actual son aquellos que tienen grados académicos mayores, particularmente aquellos que trabajan con máquinas inteligentes en áreas altamente técnicas, tales como bioinformática o ciberseguridad. Mantenerse por delante de la tecnología implica tener mayores niveles de educación. La educación más útil para la era actual es aquella que instruye habilidades que las máquinas no pueden realizar. Esto significa que la educación tiene que cambiar, las universidades tienen que ser vistas como motores de aprendizaje permanente, enseñando a las personas a pensar de tal forma que no pueda ser imitada por ningún tipo de máquina.

Es necesario formar un modelo actualizado de educación superior, el cual debe de tener como objetivo desarrollar y empoderar a una nueva generación de creadores, quienes puedan aprovechar la tecnología de nuestra época. Una educación para la era digital necesita enfocarse no solo en la comprensión de lo que la tecnología puede hacer, sino también de lo que no puede hacer.

El modelo descrito por el autor es llamado *humánico*, en el cual las disciplinas que se enseñan a los estudiantes, contemplan el dominio del contenido y el desarrollo de habilidades particulares, que ayudarán a comprender y utilizar las componentes del mundo altamente tecnológico que los rodea, para así poder trascenderlo nutriendo las cualidades mentales e intelectuales, que son únicas para los humanos, como la creatividad y la flexibilidad mental. La educación debe estar acompañada del progreso y del cambio, que será la fuerza definitoria de nuestro tiempo, así como integrar habilidades cognitivas y alfabetizaciones mejoradas.

En el modelo *humánico*, para que los estudiantes sean a prueba robots, el conocimiento por sí solo no es suficiente, es de vital importancia desarrollar capacidades cognitivas y mentales de orden superior, como el pensamiento crítico (observar, reflexionar, sintetizar, imaginar conceptos e información), el pensamiento sistémico (análisis de conocimientos individuales, de una forma integrada), el emprendimiento (que aplica la mentalidad creativa a la esfera económica y social), la agilidad cultural (operar con destreza en un cualquier entorno), y el juicio disciplinado y racional.

En dicho modelo también se tiene que mejorar la alfabetización, que deberá integrar: la alfabetización tecnológica (conocimientos de matemáticas, codificación y principios básicos de ingeniería), que servirá para comprender la mecánica, el uso de las máquinas y la codificación propia del lenguaje del mundo digital; la alfabetización de datos (análisis de información, manejo de base de datos) que permitirá organizar, extraer y correlacionar informa-

ción; y la alfabetización humana (interactuar con lo demás, trabajo en equipo), que habilita para el medio social. Las alfabetizaciones y habilidades cognitivas no deben estar restringidas a un sector de personas, sino ser para toda la población, para que los estudiantes desarrollen su creatividad, factor clave para incrementar su poder.

Una educación basada en las tres alfabetizaciones y capacidades cognitivas no es suficiente aún para que los estudiantes sean a prueba de robots. Es necesario que obtengan un aprendizaje basado en experiencias (experiencial), tanto en el aula como en el mundo real. Por lo general, los estudiantes participan en el aprendizaje experiencial, a través de pasantías, cooperativas, trabajos y estudio, experiencias globales y oportunidades originales de investigación. El aprendizaje de la ciencia nos dice que, para dominar cualquier tema complejo, los alumnos deben adquirir habilidades, luego habrán de integrarlas en un contexto dado y posteriormente aplicar lo aprendido en diferentes situaciones. El resultado de esta secuencia, es la experiencia. Para los estudiantes universitarios, una de las formas más directas de aprendizaje basado en la experiencia es la educación cooperativa, en donde los alternan su aprendizaje en el aula con una inmersión en un lugar de trabajo profesional, para así integrar los dos aprendizajes.

En una economía impulsada por la inteligencia artificial, en la cual la necesidad de aprendizaje permanente (aprendizaje durante toda la vida) está en ascenso, las universidades tienen la oportunidad de ir más allá de las instituciones existentes. Se debe tomar lo que posiblemente habrá de ser el próximo paso en la evolución de la educación superior: *la red multiuniversitaria*: una entidad de multilocalización que existe en múltiples estados o países, donde cada nodo de la red está conectado al otro, para que los estudiantes circulen a través de ellos y operen de una manera global, y no solamente internacional. Esta red servirá para aprovechar los programas académicos, recursos de aprendizaje y oportunidades de aprendizaje experiencial de diferentes instituciones, considerando la necesidad de atender a una creciente población de estudiantes permanentes.

El objetivo de esta red es vincular ubicaciones dispares para formar un sistema conectado, alineando los programas académicos y las oportunidades de aprendizaje, con el fin de permitir que los estudiantes circulen por la red de una manera altamente personalizada a sus necesidades de aprendizaje, sirviendo a los estudiantes permanentemente de una manera más efectiva. Para que funcione eficientemente y los estudiantes lleguen a ser a prueba de robots, la red deberá establecerse acorde con el modelo humano, incorporando las habilidades cognitivas, las alfabetizaciones y el aprendizaje basado en la experiencia.

ANDREA ALEJANDRA RENDÓN PEÑA
Instituto Politécnico Nacional

Daniel Eduardo Armienta Moreno es maestro en Ciencias de El Colegio de la Frontera Sur, con experiencia de más de cinco años en la investigación con huertos escolares y educación ambiental. Actualmente funge como coordinador del área de Comunicación y Procuración de Fondos de Chantiik Taj Tajinkutik A.C. Trabaja como profesor de Educación Ambiental utilizando el aprendizaje a través de la experiencia como principal herramienta de la enseñanza. Busca alternativas y estilos de vida en armonía con el medio ambiente a través del arte y la música; es compositor de música ambiental, con un disco de resistencia musical a través de la rima y los ritmos. Promotor de la permacultura y agricultura urbana, a través de medios audiovisuales y redes sociales con fines educativos.

Florencio Cabello Fernández-Delgado es doctor en Ciencias de la Comunicación (2007) y licenciado en Publicidad y Relaciones Públicas y ejerce como profesor en el Departamento de Comunicación Audiovisual y Publicidad de la Universidad de Málaga, en la que imparte las asignaturas de Tecnología de la Comunicación Audiovisual y de Tecnologías Aplicadas a la Publicidad y las Relaciones Públicas. Su investigación se centra en el campo de la comunicación, con especial interés por el *software* y la cultura libres, así como por las intersecciones entre las TIC, la política y la cultura. Entre sus trabajos destacan: *La riqueza de las redes*, de Yochai Benkler (2015, Barcelona: Icaria), *Remix* (Barcelona, Icaria, 2012) y *El Código 2.0* (2009, Madrid: Traficantes de Sueños), estas dos últimas de Lawrence Lessig. Entre sus últimos artículos: Crowdfunding para la producción cultural basada en el procomún (*Historia y Comunicación Social*, 2015), The index and the moon: Mortgaging scientific evaluation (*International Journal of Communication*, 2015).

Marcos Alberto Coronado Ortega es ingeniero industrial, especializado en Manufactura, graduado de la Universidad Autónoma de Baja California. Obtuvo los grados de maestría y doctorado en Ingeniería en el área de Química-Energía, en la UABC Realiza investigaciones sobre el impacto del biodiesel en la corrosión y degradación de materiales; revalorización y aprovechamiento energético de la biomasa residual para la generación de electricidad por gasificación; obtención de biocombustibles; modelación dinámica de sistemas y simulación de procesos. Investigador Nacional SNI nivel 1, actualmente es subdirector del Instituto de Ingeniería de la UABC, responsable del Laboratorio de Biocombustibles, y profesor en la licenciatura Ingeniero en Energías Renovables de la Facultad de Ingeniería, UABC.

Jorge Abelardo Cortés-Montalvo, maestro en Educación Superior, doctor en Ciencias de la Información, Comunicación y

Periodismo, y miembro del Sistema Nacional de Investigadores del Conacyt, posee el reconocimiento del Perfil Deseable PRO-DEP desde 1997 y forma parte del Cuerpo Académico Consolidado de Educación y Comunicación UACHIH 034. Es catedrático de la Facultad de Filosofía y Letras, División de Estudios de Posgrado, de la Universidad Autónoma de Chihuahua, México.

Gonzalo Darío Andrés, doctor en Comunicación Social por la Universidad Nacional de Rosario (UNR), fue becario doctoral y postdoctoral del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Actualmente se desempeña como docente e investigador en la Universidad Nacional de Entre Ríos (UNER). Se dedica a la investigación sobre las transformaciones en los procesos de producción, circulación y comunicación de los conocimientos científico-técnicos, generadas por la incorporación de tecnologías digitales en los ámbitos educativos y académicos.

Patricia Mariela Domínguez Osuna es ingeniera en Ciencias Computaciones con maestría en Administración por el Centro de Enseñanza Técnica y Superior. Actualmente realiza estudios de doctorado en Ciencias en el Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California y se desempeña como profesora de asignatura en el Centro de Enseñanza Técnico y Superior.

Bruce G. Ferguson es investigador titular del Departamento de Agricultura, Sociedad y Ambiente de El Colegio de la Frontera Sur, en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. Biólogo por el Kalamazoo College (EE UU), con MC en Manejo de Recursos Naturales y PhD en Ecología de la Universidad de Michigan. Ha realizado investigaciones en agro-ecología y procesos de regeneración forestal en México, Guatemala, Nicaragua y Costa Rica. Su investigación actual se enfoca a la masificación de la agro-ecología y los huertos escolares, así como los sistemas agro-alimentarios como ámbitos para el aprendizaje. Co-coordina el programa Laboratorios para la Vida.

Sonia Esther González-Moreno, candidata a doctor en Educación, Artes y Humanidades (PNPC), en la Facultad de Filosofía y Letras (FFyL) de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH), México. Cuenta con una maestría en Educación Superior, con especialidad en Docencia por la FFyL de la UACH, y un máster en Empresa y Tecnologías de la Información por la Universidad de Cantabria, España. Es también colaboradora del Cuerpo Académico Consolidado de Educación y Comunicación, UACHIH 034. Sus áreas de investigación son la innovación educativa y la incorporación de la tecnología en la docencia universitaria.

Lilián Hernández Nolasco es doctora en Desarrollo Económico y Sectorial Estratégico por la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP). Especialista en evaluación del impacto económico, social y ambiental de proyectos de inversión. Sus líneas de investigación son: desarrollo sustentable, recursos no convencionales, pobreza y economías alternativas. Últimas publicaciones: En busca de un constructo sociedad- naturaleza justo y equitativo, *Elementos (ciencia y cultura)*, 25(112), 2018, 15-19; Alternativa de Bienestar: Un enfoque colectivo y ecológico, *Seguridad Alimentaria: Aportaciones Científicas y Agrotecnológicas*, UJAT, 2017, 486-491.

M^a Covadonga de la Iglesia Villasol tiene un máster en Análisis Económico por la Universidad de Oviedo, y es doctora en Ciencias Económicas por la Universidad Complutense de Madrid. Ha sido secretaria académica del Instituto de Análisis Industrial y Financiero, UCM (2013-2018); coordinadora por la UCM del máster de Análisis Económico Aplicado (2013-2015); y vicedecana de Alumnos y Actividades Culturales, en la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales (2002-2003). Actualmente es coordinadora del módulo ECO y ADE del máster de Formación del Profesorado en la UCM (desde julio 2017). Ha publicado diversos libros de texto y artículos, y dirigido más de 30 trabajos finales de máster de estudiantes de diversos países.

Charles Keck es doctor en Educación del Instituto de Educación de Londres y desempeña una función académica en el Departamento de Sociedad y Cultura en El Colegio de la Frontera Sur, desde donde realiza prácticas de investigación-acción, relacionadas con la formación ética de docentes. Es autor del libro *Ser docente, ser persona: once relatos de aprendizaje y transformación socio-emocional*; fue premiado por el Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales por su ensayo *La formación vocacional como vía emancipatoria: algunas experiencias incipientes y su relevancia para Iberoamérica*. Sus intereses y publicaciones académicas se enfocan principalmente en la identidad, práctica y experiencia docente, con un creciente interés en la investigación narrativa como modo de acercarnos a 'la realidad' educativa y a los procesos sociales y culturales.

María Eugenia Lazcano Herrero, maestra en Ciencias en Biología Vegetal por la Universidad Nacional Autónoma de México, es profesora del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Puebla, División de Estudios de Posgrado e Investigación, y docente de la maestría en Ingeniería y de las Ingenierías Industrial y Logística del ITPUE. Líneas de investigación: Desarrollo sustentable e impactos ambientales. Publicación reciente: Evaluación cualitativa en ambientes laborales. *Revista Ingeniería Industrial. Universidad del Bío-Bío*, 2016.

Linda Alejandra Leal Urueña, estudiante del doctorado en Educación en la UNED y magíster en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación, es profesora asistente del Departamento de Tecnología de la Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá (Colombia). Sus intereses de investigación incluyen el aprendizaje colaborativo asistido por tecnología, las ecologías de aprendizaje y la formación de profesores en las TIC.

Nohemí Lugo-Rodríguez, doctora en Comunicación por la Universidad Pompeu Fabra y maestra en Literatura Latinoamericana por Western Michigan University, se desempeña como catedrática de la Escuela de Humanidades y Educación del Tecnológico de Monterrey, en el Departamento de Medios y Cultura Digital del Campus Querétaro. Es miembro del núcleo básico del doctorado en Estudios Humanísticos del Campus Ciudad de México –donde es profesora de la maestría en Tecnología Educativa– y del Sistema Nacional de Investigadores del Conacyt. Sus áreas de investigación son la narrativa y el juego digitales para proyectos de educación, inclusión y salud. Es coautora de la plataforma digital Aprendiz.

María Amparo Oliveros Ruiz, licenciada en Administración Pública y Ciencias Políticas de la Universidad Autónoma de Baja California, maestra en Pedagogía por la Universidad Estatal de Estudio Pedagógico, y doctora en Ciencias por el Instituto de Ingeniería de la UABC. Actualmente se desempeña como profesora de tiempo completo de la Facultad de Pedagogía e Innovación y Educativa de la UABC; es miembro del Sistema Nacional de Investigadores y coordinadora del proyecto sobre la aplicación del esquema Ciencia, Tecnología, Educación, Matemáticas y Arte.

María Teresa Rascón Gómez es doctora en Ciencias de la Educación y licenciada en Pedagogía. Ejerce como profesora en el Departamento de Teoría e Historia de la Educación y MIDE de la Universidad de Málaga, en la que imparte la asignatura de Educación Comparada; y, en posgrado, las de Migraciones y Multiculturalidad y La Labor Docente en Contextos de Cambio y Diversidad Cultural. En 2007 obtuvo el premio de la Universidad de Málaga a la mejor tesis doctoral en el ámbito de la pedagogía, y en 2009 su grupo obtiene el primer premio a la innovación educativa de la UMA. Su investigación se centra en educación inclusiva, educación intercultural, innovación educativa, género y formación de profesores. Entre sus trabajos destaca el libro *La construcción de la identidad cultural desde una perspectiva de género: el caso de las mujeres marroquíes* (2007, Málaga: Spicum).

Julio Ernesto Rojas Mesa es doctor en Teoría de la Educación y Pedagogía Social UNED-España, antropólogo y máster en Educa-

ción por la Universidad Nacional de Colombia. Docente del doctorado en Educación, en la Universidad Santo Tomás, dirige la línea de investigación sobre educación, cultura y sociedad. Ha sido coordinador del Sistema Nacional de Evaluación de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD (2007), y director del Centro de Investigación VUAD-Universidad Santo Tomás (2016). Sus áreas de interés se han orientado a entornos digitales, redes sociales y aplicaciones multimedia, análisis e investigación de la comunicación, antropología jurídica, procesos étnicos y multiculturales, etnografía digital, formas emergentes de cibercultura en la educación superior colombiana, políticas de las TIC aplicadas en la educación superior colombiana, procesos de aprendizaje, MOOC, gamificación, sistemas culturales, educación y tecnología.

Antonio Saldívar Moreno realizó sus estudios de doctorado en Comunicación, Cultura y Educación en las Universidades de Salamanca y Carlos III de Madrid, en España. Es investigador titular y profesor del grupo académico Procesos Culturales y Construcción Social de Alternativas en el Departamento de Sociedad y Cultura de El Colegio de la Frontera Sur. Trabaja en procesos de formación social y con metodologías participativas y ha colaborado en temas de educación, participación social y desarrollo desde una perspectiva crítica. Durante más de veinte años ha trabajado en diferentes zonas indígenas y rurales del país. Participa de manera activa en su barrio, en sus cursos y talleres y en su vida cotidiana en el diseño, implementación y seguimiento de comunidades de aprendizaje-comunidades de vida, donde se realizan y promueven distintas formas de aprender, de relacionarnos y se construyen nuevas posibilidades de estar, hacer, pensar y convivir en y con el mundo.

Patricia Silvana San Martín, doctora en Humanidades y Artes por la Universidad Nacional de Rosario (UNR), actualmente es investigadora principal del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Conicet); docente-investigadora categoría I de la UNR; y profesora titular de la Facultad de Humanidades y Artes (UNR). Se desempeña como vicedirectora del Instituto Rosario de Investigaciones en Ciencias de la Educación (IRICE: CONICET-UNR). Su trayectoria se centra en la investigación y desarrollo de tecnologías de la información y comunicación aplicadas a la educación, proponiendo un marco teórico y metodológico denominado Dispositivo Hipermedial Dinámico.

María Evelinda Santiago Jiménez, profesora-investigadora del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Puebla, es miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel I. Sus líneas de investigación son: alfabetización reflexiva, cons-

trucción permanente del pensamiento, gestión de estrategias turísticas alternativas, tecnologías alternativas adaptadas socio-ecológicamente. Últimas publicaciones: Resilience and Socio-Ecological Literacy in the territory, *Economía, Sociedad y Territorio*, XVIII(59), 1155-1180; Decolonizing knowledge to eradicate poverty, *Journal of Sustainable Development*, 10(3), Canadian Center of Science and Education, Canadian Center of Science and Education, Toronto, Canadá, pp. 55-67.

Benjamín Valdez Salas, ingeniero químico con maestría y doctorado en Química, por la Universidad Autónoma de Guadalajara, es investigador titular C en el Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California, y pertenece desde 1996 al Sistema Nacional de Investigadores nivel II. Fundador y coordinador de la Red Nacional de Corrosión, así como fundador del programa de maestría y doctorado en Ciencias e Ingeniería del II-UABC. Ha publicado más de 185 artículos en revistas internacionales sobre corrosión metálica, biocorrosión y biodeterioro de materiales, nanotecnología, educación y medio ambiente. Es editor de 10 libros, autor de dos y de 34 capítulos sobre electroquímica, biodeterioro de materiales y corrosión. Ha sido reconocido con el premio nacional a la mejor tesis de licenciatura en Materiales en 1987, premio estatal de Ciencia y Tecnología en 2015, y, en ese mismo año, el premio a la Trayectoria Nacional en Corrosión, otorgado por la National Association of Corrosion Engineers. Es miembro de la Academia Mexicana de Ciencias.

Objetivos de la revista

Innovación Educativa es una revista científica mexicana, arbitrada por pares a ciegas, indizada y cuatrimestral, publica artículos científicos inéditos en español e inglés. La revista se enfoca en las nuevas aproximaciones interdisciplinarias de la investigación educativa para la educación superior, donde confluyen las metodologías de las humanidades, ciencias y ciencias de la conducta. *Innovación Educativa* es una revista que se regula por la ética de la publicación científica expresada por el *Committee of Publication Ethics*, COPE, y se suma a la iniciativa de acceso abierto no comercial (*open access*), por lo que no aplica ningún tipo de embargo a los contenidos. Su publicación corre a cargo de la Coordinación Editorial de la Secretaría Académica del Instituto Politécnico Nacional. La revista sostiene un riguroso arbitraje por pares a ciegas que permite la igualdad de oportunidades para toda la comunidad científica internacional, guiándose por una política de igualdad de género, y rechazando abiertamente las prácticas de discriminación por raza, género o región geográfica.

Lineamientos para presentar originales

En su tercera época recibe contribuciones en español e inglés todo el año para la sección *Innovus*. *Innovación Educativa* incluye una sección temática en cada número llamada *Aleph*; los artículos para esta sección se solicitan por convocatoria abierta tres veces al año. Los trabajos de ambas secciones serán arbitrados por pares a ciegas, se analizan con software de coincidencias por lo que los autores deberán cuidar a detalle la originalidad, la redacción, el manejo de referencias y citas en estricto apego a los lineamientos de la revista. La originalidad, la argumentación inteligente y el rigor son las características que se esperan de las contribuciones.

Innovación Educativa únicamente recibe trabajos científicos inéditos y no acepta género periodístico. Con el fin de agilizar la gestión editorial de sus textos, los autores deben cumplir con las siguientes normas de estructura, estilo y presentación.

Tipos de colaboración

- ▶ **Investigación.** Bajo este rubro, los trabajos deberán contemplar criterios como el diseño pertinente de la investigación, la congruencia teórica y metodológica, el rigor en el manejo de la información y los métodos, la veracidad de los hallazgos o de los resultados, la discusión de resultados, conclusiones, limitaciones del estudio y, en su caso, prospectiva. La extensión de los

textos deberá ser de 15 cuartillas mínimo y 25 máximo, incluidas gráficas, notas y referencias. Las páginas deberán ir numeradas y estar escritas a espacio y medio. Estas contribuciones serán enviadas a las secciones *Aleph* e *Innovus*.

- ▶ **Intervenciones educativas.** Deberán contar con un sustento teórico-metodológico encaminado a mostrar innovaciones educativas. La extensión de estos trabajos es de 15 cuartillas mínimo y 25 máximo, incluidas gráficas, notas y referencias. Las páginas irán numeradas y se escribirán a espacio y medio. Estas contribuciones se enviarán a las secciones *Aleph* e *Innovus*.
- ▶ **Reseñas de libros.** Deberán aproximarse de manera crítica a las ideas, argumentos y temáticas de libros especializados. Su extensión no deberá exceder las tres mil palabras, calculadas con el contador de Word, incluidas gráficas, notas y referencias. Las páginas irán numeradas, con interlínea de espacio y medio. Estas contribuciones se enviarán a la sección *Ex-libris*.

Requisitos de entrega

- ▶ Los trabajos deberán presentarse en tamaño carta, con la fuente Times New Roman de 12 puntos, a una columna, y en mayúsculas y minúsculas.
- ▶ El título deberá ser bilingüe (español e inglés) y no podrá exceder las 15 palabras.
- ▶ Toda contribución deberá ir acompañada de un resumen en español de 150 palabras, con cinco a seis palabras clave que estén incluidas en el vocabulario controlado del IRESIE, más la traducción de dicho resumen al inglés (*abstract*) con sus correspondientes palabras clave o *keywords* (obsérvese la manera correcta de escribir este término). Las palabras clave se presentarán en orden alfabético. Puede acceder al vocabulario en la página electrónica www.iisue.unam.mx.
- ▶ Todos los trabajos deberán tener conclusiones.
- ▶ Los elementos gráficos (cuadros, gráficas, esquemas, dibujos, fotografías) irán numerados en orden de aparición y en el lugar idóneo del cuerpo del texto con sus respectivas fuentes al pie y sus programas originales. Es decir, *no deberán insertarse en el texto con el formato de imagen*. Las fotografías deberán tener mínimo 300 dpi de resolución y 140 mm de ancho.
- ▶ Se evitarán las notas al pie, a menos de que sean absolutamente indispensables para aclarar algo que no pueda insertarse en el cuerpo del texto. La referencia de toda cita textual, idea o paráfrasis se añadirá al final de la misma, entre paréntesis, de acuerdo con los lineamientos de la American Psychological Association (APA). La lista de referencias bibliográficas también deberá estructurarse según las normas de la APA y cuidando que todos los términos (&, In, New York, etcétera) estén en español (y, En, Nueva York, etcétera). Todo artículo de revista

digital deberá llevar el doi correspondiente, y a los textos tomados de páginas web modificables se les añadirá la fecha de recuperación. A continuación se ofrecen algunos ejemplos.

- Libro
 - Skinner, B. F. (1971). *Beyond freedom and dignity*. Nueva York, N. Y.: Knopf.
 - Ayala de Garay, M. T., y Schwartzman, M. (1987). *El joven dividido: La educación y los límites de la conciencia cívica*. Asunción, PA: Centro Interdisciplinario de Derecho Social y Economía Política (CIDSEP).
- Capítulo de libro
 - Helwig, C. C. (1995). Social context in social cognition: Psychological harm and civil liberties. En M. Killen y D. Hart (Eds.), *Morality in everyday life: Developmental perspectives* (pp. 166-200). Cambridge, RU: Cambridge University Press.
- Artículo de revista
 - Gozávez, V. (2011). Educación para la ciudadanía democrática en la cultura digital. *Revista Científica de Educomunicación* 36(18), 131-138.
- Artículo de revista digital
 - Williams, J., Mark G., y Kabat-Zinn, J. (2011) Mindfulness: Diverse perspectives on its meaning, origins, and multiple applications at the intersection of science and dharma. *Contemporary Buddhism* 12(1), 1-18. doi: 10.1080/14639947.2011.564811
- Fuentes electrónicas
 - Sistema Regional de Evaluación y Desarrollo de Competencias Ciudadanas (2010). *Sistema Regional de Evaluación y Desarrollo de Competencias Ciudadanas*. Recuperado de http://www.sredecc.org/imagenes/que_es/documentos/SREDECC_febrero_2010.pdf
 - Ceragem. (n. d.). Support FAQ. Recuperado el 27 de julio de 2014, de: <http://basic.ceragem.com/customer/customer04.asp>

Entrega de originales

El autor deberá descargar del sitio web de la revista, llenar y adjuntar a su contribución el formato único que integra la siguiente información:

- ▶ Solicitud de evaluación del artículo. La declaración de autoría individual o colectiva (en caso de trabajos realizados por más de un autor); cada autor o coautor debe certificar que ha contribuido

directamente a la elaboración intelectual del trabajo y que lo aprueba para ser evaluado por pares a ciegas y, en su caso, publicado. Declaración de que el original que se entrega es inédito y no está en proceso de evaluación en ninguna otra publicación. Datos: nombre, grado académico, institución donde labora, domicilio, teléfono, correo electrónico.

- ▶ Curriculum vitae resumido del autor, en hoja aparte.
- ▶ El trabajo y los documentos solicitados arriba se enviarán a la dirección electrónica:
coord.ed.rie@gmail.com, con copia a innova@ipn.mx.

Journal scope

Innovación Educativa is a Mexican scientific journal; blind peer-reviewed, it is indexed and published every four months, presenting new scientific articles in Spanish and English. The journal focuses on new interdisciplinary approaches to educational research in higher education, bringing together the methodologies of the humanities, sciences and behavioral sciences. *Innovación Educativa* is a journal regulated by the ethics of scientific publications expressed by the Committee of Publication Ethics, COPE, and participates in the initiative for non-commercial open access, and thus does not charge any fees or embargo for its contents. It is published by the Editorial Coordination of the Office of Academic Affairs of the Instituto Politécnico Nacional, Mexico. The journal sustains a rigorous blind peer review process that enables equal opportunities for the international scientific community, guided by a policy of gender equality, and openly rejects practices of discrimination based on race, gender or geographical region.

Guidelines for presenting original works

In its third era, the journal receives contributions in Spanish and English throughout the year for the section *Innovus. Educational Innovation* includes a thematic section in each issue called *Aleph*; there is an open call for articles for this section three times a year. The papers published in both sections are subject to a blind peer review process and analyzed with software to detect plagiarism, so authors should ensure that the originality, composition, references and quotes adhere to the journal guidelines. Originality, intelligent argumentation and rigor are expected from the contributions.

Educational Innovation only receives previously unpublished scientific papers and does not accept journalistic work. In order to facilitate the editorial administration of their texts, authors must comply with the following regulations of structure, style and presentation.

Types of collaboration

- ▶ **Research.** The papers in this category must take into account criteria such as relevant research design, theoretical and methodological congruence, rigor in the handling of information and methods, accuracy in discoveries or results, discussion of results, conclusions, limitations of the study, and future possibilities when applicable. Texts must be between 15 and 25 pages long, including

graphs, notes and references. Pages must be numbered, with 1.5 line spacing. These contributions will be sent to the sections *Aleph* and *Innovus*.

- ▶ **Educational interventions.** These papers must include a theoretical-methodological foundation focused on presenting educational innovations. These papers should be between 15 and 25 pages long, including graphs, notes and references. Pages must be numbered, with 1.5 line spacing. These contributions will be sent to the section *Ex-libris*.

Submission requirements

- ▶ Manuscripts must be on a letter-sized paper, in 12-point Times New Roman font, in a single column, with correct use of capital and lower-case letters.
- ▶ The title must be bilingual (Spanish and English) and must not exceed fifteen words.
- ▶ All contributions must include a 150-word abstract in Spanish, with five or six keywords that are included in the vocabulary database of the IRESIE, as well as a translation of the abstract and keywords in English. The vocabulary database can be consulted at www.iisue.unam.mx.
- ▶ All manuscripts must include conclusions.
- ▶ Graphic elements (charts, graphs, diagrams, drawings, tables, photographs) must be numbered in the order in which they appear, with correct placement in the text, with captions and credits to the original source. They should not be inserted as images into the body text. Photographs must have a minimum resolution of 300 dpi, and a width of 140 mm.
- ▶ Footnotes should be avoided, unless absolutely necessary to clarify something that cannot be inserted into the body text. All bibliographical references (textual quotations, ideas, or paraphrases) should be added as endnotes in accordance with the American Psychological Association (APA) guidelines, respecting the correct font usage (roman and italic). If your article is in Spanish all terms should be in this language. Otherwise, all should be in English. All articles from digital journals should include the correspondent doi [Digital Object Identifier]. Texts from modifiable Web pages must include the retrieval date. The format can be seen in the following examples:
 - Book
 - Skinner, B. F. (1971). *Beyond freedom and dignity*. New York, NY: Knopf.
 - Kalish, D., and Montague, R. (1964). *Logic: Techniques of formal reasoning*. New York, NY: Oxford University Press.

- Book chapter
 - Helwig, C. C. (1995). Social context in social cognition: Psychological harm and civil liberties. En M. Killen y D. Hart (Eds.), *Morality in everyday life: Developmental perspectives* (pp. 166-200). Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Journal article
 - Geach, P. T. (1979). On teaching logic. *Philosophy*, 54(207), 5-17.
- Digital journal article
 - Williams, J., Mark G., y Kabat-Zinn, J. (2011) Mindfulness: Diverse perspectives on its meaning, origins, and multiple applications at the intersection of science and dharma. *Contemporary Buddhism* 12(1), 1-18. doi: 10.1080/14639947.2011.564811
- Electronic sources
 - Bakó, M. (2002). Why we need to teach logic and how can we teach it? *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*, (October, ISSN 1473-0111.). Available at: <http://www.cimt.plymouth.ac.uk/journal/bakom.pdf>
 - Ceragem. (n. d.). Support FAQ. Retrieved on July 27, 2014 from: <http://basic.ceragem.com/customer/customer04.asp>

Submission of originals

From the journal's website, the author must download, fill out and attach the submission format with the following information:

- ▶ Request for paper evaluation. The declaration of individual or collective authorship (in case of works by more than one author); each author or coauthor must certify that he or she has contributed directly to the intellectual creation of the work and agrees to a blind peer review and to publication, when applicable. The declaration that the original that is being submitted is unpublished and it not in the process of evaluation by any other publication. Information: name, academic degree, institution, address, telephone number, e-mail.
- ▶ Brief C.V. of the author, on a separate page.
- ▶ The paper and requested documents should be sent to the following e-mail: coord.ed.rie@gmail.com, with a copy to innova@ipn.mx.



SEP

SECRETARÍA
DE EDUCACIÓN
PÚBLICA



Instituto Politécnico Nacional
"La Técnica al Servicio de la Patria"



www.innovacion.ipn.mx