

INNOVACIÓN

EDUCATIVA

Volumen 17

73

■ TERCERA ÉPOCA ■

enero-abril, 2017
january-april, 2017

Matemáticas y educación superior Mathematics and Higher Education

INDIZACIÓN

REDALYC

Latindex-Directorio

Clase

Dialnet

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

Sistema de Clasificación de Revistas Mexicanas de Ciencia y Tecnología del CONACYT

Thomson Reuters, Web of Science (WoS), SCIELO Citation Index

Matriz de Información para el Análisis de Revistas

Repositorio Institucional de la Universidad Autónoma de Barcelona

La Referencia

CRUE



La revista *Innovación Educativa* tiene como propósito difundir trabajos de investigación que abarquen la realidad educativa contemporánea y estén a la vanguardia de los conocimientos científicos y tecnológicos, para distinguirse como factor en la aplicación de nuevos modos de comunicación.

Innovación Educativa es una revista académica internacional, indizada y arbitrada por pares a ciegas; su publicación corre a cargo de la Coordinación Editorial de la Secretaría Académica del Instituto Politécnico Nacional y está dirigida a investigadores de la educación y académicos.

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

Sistema de Calidad Certificado N° 10 950 227
ISO 9001:2008

INDIZACIÓN

REDALYC; Latindex-Directorio; Clase; Dialnet; 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; Sistema de Clasificación de Revistas Mexicanas de Ciencia y Tecnología del CONACyT; Thomson Reuters, Web of Science (WoS), SCIELO Citation Index; Matriz de Información para el Análisis de Revistas; Repositorio Institucional de la Universidad Autónoma de Barcelona; La Referencia; CRUE.

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,
Delegación Gustavo A. Madero, D.F., México
Tel: 5729 6000, exts. 50403 y 50530
Correo: innova@ipn.mx
Web: www.innovacion.ipn.mx

Tiraje: 2000 ejemplares

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.

El número 73 de la revista *Innovación Educativa* se imprimió en

Impresora y Encuadernadora Progreso, S.A. de C.V.,
San Lorenzo Tezonco 244, Col. Paraje San Juan,
Iztapalapa, C.P. 09830, México, D.F.

The purpose of the journal *Innovación Educativa* is to disseminate research papers covering contemporary educational reality, as well as being at the forefront of scientific and technological knowledge, and to distinguish itself as a factor in the implementation of new forms of communication.

Innovación Educativa is an indexed journal, with blind peer-review, international and published by the Editorial Coordination of the Secretaría Académica, Instituto Politécnico Nacional. *Innovación Educativa* is targeted at educational researchers and academics.

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

Certified Quality System N° 10 950 227
ISO 9001:2008

INDEXING

REDALYC; Latindex-Directorio; Clase; Dialnet; 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; Sistema de Clasificación de Revistas Mexicanas de Ciencia y Tecnología del CONACyT; Thomson Reuters, Web of Science (WoS), SCIELO Citation Index; Matriz de Información para el Análisis de Revistas; Repositorio Institucional de la Universidad Autónoma de Barcelona; La Referencia; CRUE.

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
Delegación Gustavo A. Madero, D.F. México
Phone: 5729 6000, exts. 50530 y 50403
E-mail: innova@ipn.mx
Web: www.innovacion.ipn.mx

Print run: 2000 copies

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.

Number 73 of *Innovación Educativa* journal was printed at

Impresora y Encuadernadora Progreso, S.A. de C.V.,
San Lorenzo Tezonco 244, Col. Paraje San Juan,
Iztapalapa, C.P. 09830, México, D.F.

Contenido

	Presentación. Matemáticas y educación superior.	7
	Presentation. Mathematics and higher education.	11
	▶ Xicoténcatl Martínez Ruiz	
[ALEPH]	Matemáticas para la vida. Una propuesta para la profesionalización docente de profesores de matemáticas de patalogización	17
	Mathematics for life: a proposal for the professionalization of mathematics instructors	
	▶ Olda Covián Chávez y Avenilde Romo-Vázquez	
	Talento matemático excepcional y destino profesional. Trayectorias de participantes mexicanos en olimpiadas internacionales de matemáticas	49
	Exceptional mathematics talent and professional prospects. Paths of Mexican participants in international mathematics Olympiads	
	▶ José Navarro Cendejas	
	Problemáticas relacionadas con la acreditación de la calidad de la educación superior en América Latina	79
	Problems related with the quality accreditation of higher education in Latin America	
	▶ Jorge E. Martínez Iñiguez, Sergio Tobón y Aarón Romero Sandoval	
	A Practical Approach to the Agile Development of Mobile Apps in the Classroom	117
	Un acercamiento práctico al desarrollo ágil de aplicaciones móviles en el aula	
	▶ Ramón Ventura Roque Hernández, Juan Antonio Herrera Izaguirre, Adán López Mendoza y Juan Manuel Salinas Escandón	
[INNOVUS]	Una propuesta de modelo para introducir metodologías activas en educación superior	121
	A proposal of a Model for the introduction of active methodologies in Higher Education	
	▶ Juan Silva Quiroz y Daniela Maturana Castillo	
	Arqueólogos en Apuros. Un modelo de co-creación escolar en torno al patrimonio arqueológico en México	133
	Archeologists in a Jam. An academic co-creation model and archaeological heritage in Mexico	
	▶ Jaime Delgado Rubio	
[EX-LIBRIS]	Sevillano García, M. L. y Vázquez-Cano, E. (2015). <i>Modelos de investigación en contextos ubicuos y móviles en Educación Superior</i>	155
	▶ Cristina Sánchez Romero	
	Riordan, C. (2015). <i>Single-Sex Schools. A Place to Learn</i>	158
	▶ Enrique G. Gordillo	
	Colaboradores	162
	Lineamientos	166
	Guidelines	169

Comité Editorial Editorial Board

Noel Angulo Marcial
Instituto Politécnico Nacional,
México

Asoke Bhattacharya
India

David Callejo Pérez
Saginaw Valley State University,
Michigan, EUA

Patricia Camarena Gallardo
Instituto Politécnico Nacional,
México

Jayeel Cornelio Serrano
Max Planck Institute, Alemania

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
Indian Institute of Technology,
Kanpur, India

Abel Hernández Ulloa
Universidad de Guanajuato,
México

Rocío Huerta Cuervo
Instituto Politécnico Nacional,
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

Pilar Pozner
Investigador independiente,
Argentina

Benjamín Preciado Solís
El Colegio de México, México

Chakravarthi Ram-Prasad
University of Lancaster, Inglaterra

Claudio Rama Vítale
Universidad de la Empresa,
Uruguay

Lizette Ramos de Robles
Universidad de Guadalajara,
México

Hernando Roa Suárez
Universidad de Santo Tomás,
Colombia

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

Comité de Arbitraje Arbitration Committee

Luis O. Aguilera García*
Universidad de Holguín, Cuba

Luis Arturo Ávila Meléndez
Instituto Politécnico Nacional,
México

Lisbeth Baqueiro Cárdenas*
Organización para el Desarrollo
Sustentable, México

Alma A. Benítez Pérez
Instituto Politécnico Nacional,
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

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

Luis Guerrero Martínez*
Universidad Iberoamericana,
México

Ignacio R. Jaramillo Urrutia*
Red ILLUMINO

Maricela López Ornelas*
Universidad Autónoma de Baja
California, 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.

Adrián Muñoz García*
El Colegio de México, México

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

Eufasio Pérez Navío*
Universidad de Jaén, España

Ramón Pérez Pérez*
Universidad de Oviedo, España

Ana María Prieto Hernández*
Investigadora independiente,
México

**Irazema Edith Ramírez
Hernández***
Benemérita Escuela Normal
Veracruzana, México

Carlos Roberto Ruano*
St. Paul University, Canadá

Juan Carlos Ruiz Guadalajara
El Colegio de San Luis, México

Elena F. Ruiz Ledesma
Instituto Politécnico Nacional,
México

Hugo E. Sáez Arreceygor*
Universidad Autónoma
Metropolitana, México

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

Claudia Lucy Saucedo Ramos*
Universidad Nacional Autónoma
de México, México

Corina Schmelkes*
Universidad Autónoma del
Noreste, México

Velumani Subramaniam
CINVESTAV, 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

Ricardo Quintero Reyes
Marketing y suscripciones
Marketing and subscriptions

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

Beatriz Arroyo Sánchez
Asistente Ejecutiva
Executive Assistant

Sanam Eshghi-Esfahani
Traductora
Translator

Susana Ocaña López
Asistente editorial
Editorial Assistant

Quinta del Agua Ediciones
Diseño y formación
Design and page layout

Presentación

Matemáticas y educación superior

Xicoténcatl Martínez Ruiz
Editor en jefe
Instituto Politécnico Nacional

El número anterior de *Innovación Educativa* abrió un diálogo sobre la pertinencia y el futuro de las revistas académicas, los contenidos del número ofrecieron claves para una reflexión sobre el quehacer de la publicación científica en la era de la Internet. Diversas preocupaciones sobre la integridad académica son muestra de una vasta y compleja problemática ya conocida, pero poco analizada desde el interior mismo de las publicaciones de este tipo. Las páginas de *Innovación Educativa* fueron y son un llamado a considerar críticamente los mecanismos y el futuro de las revistas académicas, para ello los instrumentos fueron los mismos mecanismos de publicación que se analizaron. Uno de sus resultados conlleva propuestas que se resumen de la siguiente forma. En cada investigador, en cada editor, en cada comisión evaluadora quedan tareas que se diversifican –como parte de su quehacer– y se expresan en la reflexión sobre las prácticas de publicación académica no siempre éticas ni socialmente sensibles a las necesidades actuales. Las implicaciones de la reflexión se atisban de esta manera: evitar la perversión del pensamiento y la investigación. Ambos quedan en juego si no se asume seriamente la integridad y su propósito de beneficio social, colectivo y en prospectiva humanística, como su carácter primordial.

El número 72 y su propuesta temática siguen siendo un comienzo reflexivo, una pausa, una búsqueda y un ejercicio de auto-indagación. La implicación, para el buen entendedor, es mantener presente un pensamiento crítico y con perspectiva sobre nuestro quehacer. Detenerse y preguntar por nuestro propio actuar, reflexionar sobre nosotros mismos, sobre nuestras prácticas académicas, todo ello propone revitalizar y no olvidar la raíz de la integridad académica. En ese tono de auto-indagación, el presente número de *Innovación Educativa* ofrece en su sección temática una doble preocupación: el desarrollo del pensamiento matemático y la pertinencia de la educación superior.

La primera preocupación queda expresada en la pregunta: ¿cuál es el costo para el bienestar de las sociedades latinoamericanas si no se atiende ahora el desarrollo del pensamiento matemático en niños y jóvenes? En la pregunta hay diversas preocupaciones implícitas. Una de ellas es la preocupación por los efectos, a largo plazo, de la visión estandarizada de la educación que

se enfoca a resolver evaluaciones y deja de lado lo que no es cuantificable. Aunque en el desempeño matemático hay diversos aspectos, no siempre considerados, que sí intervienen en el desarrollo del pensamiento como es la reflexión, los procesos metacognitivos, los aspectos sociales, entre otros, (Mevarech y Kramarski, 2017). Los resultados de las evaluaciones internacionales nos han mostrado, con especial interés desde inicios del siglo XXI, la facilidad con que podemos enfocarnos exclusivamente en los resultados y enseguida catalogar poblaciones y países, ¿qué perdemos de vista en ese ejercicio que gradualmente estandariza y, a veces, inmoviliza y disipa nuestra atención en los fines sociales y humanísticos de la educación? Si bien, esos referentes estandarizados nos ofrecen parámetros de decisión para el diseño de la política educativa, también desarrollan una visión enfocada al resultado que paulatinamente nos “convence” de mirar los comparativos, las cifras, en suma los resultados sin interpretación crítica, reflexiva que se yuxtaponen sobre el proceso mismo que es aprender y educar.

¿Qué se pierde de vista para todo un sistema educativo cuando nos enfocamos primordialmente en citar y leer resultados de evaluaciones estandarizadas? ¿Qué olvida una sociedad entera cuando cataloga la diversidad de su misma población a través de la óptica de tales resultados? Me atrevo a afirmar que –para este caso específico– perdemos de vista el lugar imprescindible de la curiosidad en el aprendizaje, propia del proceso de aprendizaje de un niño o un joven, olvidamos el lugar de la emoción en el proceso de descubrir y aprender, o la importancia y lugar del cuestionamiento y la inquietud científica que, en conjunto, son parte del proceso de aprendizaje. Lo que perdemos de vista, inclusive, evita atender otros desajustes, que se hacen presentes solo cuando nos rebasan. Por ejemplo, estudios recientes ya nos alertan de la disminución en el interés por estudiar ciencias –y dedicarse a la labor científica– por parte de estudiantes jóvenes (Itzek-Greulich y Vollmer, 2017). Comparando esos estudios con el caso mexicano observamos que en México el interés de jóvenes en ciencias es creciente; esto lo podemos corroborar con los resultados de PISA 2015, que tuvo un enfoque en ciencias (OECD, 2016). ¿Por qué no considerar las causas e implicaciones del interés en ciencias por parte de jóvenes mexicanos? ¿No es acaso algo que muestra un interés en procesos de indagación, o mejoras en la labor docente implementadas por los docentes mismos? ¿Por qué la obsesión en el resultado que obnubila la riqueza formativa y el poder educador del proceso de indagación?

Cuando el enfoque en los resultados estandarizados se yuxtaponen al proceso de aprendizaje, hay dos resultados preocupantes, entre otros: el primero es tomar como nuevo algo que no lo es porque ya estaba en el proceso de aprendizaje. El segundo es un efecto con implicaciones mayores: enfocar el propósito de la educación en la medición obsesiva y estandarizada de los resul-

tados, puede ser un factor importante –no siempre considerado– que eleva tanto la ansiedad matemática (Mevarech y Kramarski, 2017, p. 120), como el estrés en niños, jóvenes y comunidades docentes. ¿Cuánto afecta el estrés al desarrollo cognitivo y socio-emocional de la niñez y juventud? ¿Cómo se relaciona ese estrés con el incremento de la violencia?

El enfoque exclusivo en medir el desarrollo del aprendizaje con pruebas estandarizadas y dirigir el esfuerzo educativo a resolver esas evaluaciones, puede ser decisivo en la aversión por la escuela, por el aprendizaje de matemáticas o de las ciencias, entre otros problemas, pero ¿acaso también puede ser parte del cúmulo de causas que incrementan el abandono escolar en jóvenes o el desinterés de los niños por la escuela? Tampoco hay que perder de vista las mejoras educativas derivadas de un uso crítico y en contexto de los resultados de evaluaciones educativas a gran escala (Sandoval-Hernández, 2016). A la luz de resultados y limitaciones de las evaluaciones estandarizadas, habrá que pensar sobre aspectos no considerados por esas pruebas y si pueden ser catalizadores del abandono escolar. En otras palabras, ¿cómo influyen el estrés, la aversión por la escuela, la pérdida de interés en la educación, el abandono escolar, entre otros, en el crecimiento de los entornos de violencia?

Los costos de la violencia, es decir sus impactos en el bienestar y en la economía, no siempre han sido cuantificados de manera clara y específica, pero estudios recientes muestran la complejidad de ese entramado (Jaitman, 2017) y, sobre todo, la urgencia de considerar su impacto en el Producto Interno Bruto de un país. En ese entramado donde el desempleo va enlazado al incremento de la violencia y el crimen, ¿cuál es el costo para Latinoamérica si la educación superior, debido a las dinámicas actuales del empleo, la oferta educativa, la población joven y la calidad, no renueva la pertinencia de su oferta y de su interacción dinámica con las necesidades sociales? Pensemos, a modo de ejemplo, en el caso mexicano. Al final de esta década veremos los efectos de la obligatoriedad de la educación media superior en México, es decir, más jóvenes con bachillerato y con el proyecto de vida de cursar la educación superior; si las dinámicas del empleo continúan con el vaivén diversificación-especialización, habilidades de adaptación-movilidad internacional; y cada vez se valoran más las capacidades creativas, la resiliencia, habilidades multiculturales, multilingüísticas, educación para la paz, solución de problemas, cooperación y comunicación, ¿acaso la oferta de educación superior ya integra aquello que los jóvenes requerirán para mediados de la próxima década? Ambos temas, matemáticas y educación superior, tendrán que ser reconsiderados en un entramado escasamente atendido, por sus implicaciones y con una visión espacio-temporal más amplia; he ahí la apuesta de este número de *Innovación Educativa*.

Referencias

- Mevarech, Z. y Kramarski, B. (2017). *Matemáticas críticas para las sociedades innovadoras. El papel de las pedagogías metacognitivas*. México: Instituto Politécnico Nacional-Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. Disponible en: http://www.innovacion.ipn.mx/ColeccionLibros/Documents/matematicas-criticas/Matematicas_Criticas_Sociedades_Innovadoras_OCDE.pdf
- Itzek-Greulich, H. y Vollmer, C. (2017). Emotional and Motivational Outcomes of LabWork in the Secondary Intermediate Track: The Contribution of a Science Center Outreach Lab. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(1), 3-28.
- Jaitman, L. (Ed.). (2017) *Los costos del crimen y de la violencia: nueva evidencia y hallazgos en América Latina y el Caribe*. Monografía del BID: New York. <http://dx.doi.org/10.18235/0000615>
- OECD, (2016). *PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education*. OECD Publishing, Paris. DOI:10.1787/9789264266490-en
- Sandoval-Hernández, Andrés (Coord.) (2016). *Experiencias Internacionales sobre el Uso de los Resultados de Evaluaciones Educativas*. México: INEE.

Presentation

Mathematics and higher education

Xicoténcatl Martínez Ruiz
Editor in Chief
Instituto Politécnico Nacional

The previous issue of *Educational Innovation* stimulated a dialogue on the relevance and future of academic journals; the journal contents provided keys to reflecting on the role of scientific publication in the Internet age. Different concerns about academic integrity are illustrative of a vast and complex problem that is already recognized, but not sufficiently analyzed from the inside of these kinds of publications. The pages of *Educational Innovation* were and are still a call to critically reflect upon the mechanisms and the future of academic journals; to this end, the tools were the very publication mechanisms analyzed. One of the results involves proposals that can be summed up in the following way. In each researcher, in each editor, in each jury committee we find tasks that are diversified—as a part of their purpose—and expressed in the reflection on the practices in academic publication that are not always socially beneficial or sensitive to current needs. The implications of reflection can be understood in this way: the perversion of thought and research should be avoided. Both are at stake if we do not seriously assume integrity and its primordial purpose of social and collective benefits towards a humanistic future.

Issue 72 and its thematic proposal are still a starting point for reflection, a pause, a search and an exercise of self-inquiry. The implication, for those who understand it, is to preserve critical thinking and a perspective of our duty. Stopping to question our own behavior, reflect on ourselves and our own academic practices is a proposal to revitalize and preserve the memory of the root of academic integrity. In this tenor of self-inquiry, the current issue of *Educational Innovation* offers a thematic section with two concerns: the development of mathematical thought and the relevance of higher education.

The first concern is expressed in the following question: what is the cost of wellbeing in Latin American societies if we do not address the development of mathematical thinking in children and youth? The question implies several issues. One of them is the concern for the long-term effects of the standardized vision of education that is focused on solving equations and neglects what is not quantifiable. Though there are diverse aspects within mathematics performance, they are not always considered, even

if they play a part in the development of thinking, such as reflection, metacognitive processes and social aspects, among others (Mevarech and Kramarski, 2017). The results of international evaluations have shown us, particularly since the beginning of the 21st century, how easy it can be to focus exclusively on results and immediately rank populations and countries. What do we ignore in this exercise that gradually standardizes and sometimes immobilizes and disperses our ideas of the social and humanistic purposes of education? These standardized references provide us with certain parameters to make decisions about educational policy design, but they also develop a perspective focused on results that gradually “convinces” us to concentrate on comparisons and figures, in other words, results without critical or reflective interpretation that contrast with the very process of learning and educating.

What do we ignore in an entire educational system when we focus on citing and interpreting standardized test results? What does an entire society forget when it ranks its own population through the lens of evaluation results, neglecting its diversity and wealth that cannot be measured through standardized means? I dare to say that the significant losses come from eliminating the essential role of curiosity, inherent to the learning process of a child or youth, from forgetting the role of excitement in the process of discovering and learning, or the importance and purpose of questioning and scientific inquiry that, together, form part of the learning process. What we lose sight of keeps us from addressing other imbalances, which only become apparent when they are beyond our control. For example, recent studies in the USA demonstrate the decline in young students’ interest in the sciences ((Itzek-Greulich and Vollmer, 2017). Comparing these studies with the situation in Mexico, we can see that in Mexico the interest of young people in sciences is growing, not declining. This is confirmed by the results of the 2015 PISA, focused on sciences (OCDE, 2016). Why don’t we consider the causes and implications of this interest of Mexican youth? Is it not perhaps something that demonstrates an interest in the processes of inquiry or improvements in the work carried out by teachers? Why this obsession with results that obscures the educational wealth and power of the process of inquiry?

When the focus on standardized results is contrasted with the learning process, two preoccupying results can come about: the first is considering something as new when it is in fact already part of the learning process. The second effect has greater implications: focusing the purpose of education on the obsessive and standardized measuring of results can be an important factor—though not always considered—that raises anxiety related to mathematics (Mevarech and Kramarski, 2017, p. 120) as well as stress in children, young people and teacher communities). How

much does stress affect cognitive and socio-emotional development in childhood and youth? How is this stress associated with the increase of violence?

The sole focus on measuring the development of learning with standardized tests and directing the educational effort to resolving these evaluations can be a decisive factor in the aversion for school, for learning mathematics or sciences, among other problems. But can this not also be part of the group of causes that increase academic drop-outs in young people or a lack of interest in school in children? We must also take into account the educational improvements brought about by a critical and context-based use of the educational test results on a large scale (Sandoval-Hernández, 2016). In light of the results and limitations of standardized tests, we need to consider aspects that are not measured that can be important catalysts of academic drop-outs. In other words, how do stress, aversion for school, lack of interest in education, academic drop-outs, among other factors, impact the growth of environments of violence and the lack of dignified employment?

The costs of violence, such as its impacts in wellbeing and the economy, have not always been measured clearly and specifically, but recent studies reveal the complexity of this web (Jaitman, 2017), and most importantly, how urgent it is to consider its impact on the Gross Domestic Product of a country. In this web where unemployment is linked with the increase of violence and crime, what is the cost for Latin America if higher education, because of the current dynamics of employment, the educational offer, the youth population and quality, does not update the relevance of its proposals and of its dynamic interaction with the needs of our societies? Let us think, as an example, of the Mexican case. At the end of this decade we will see the effects of mandatory secondary education; in other words, there will be more young people with secondary education and with aspirations for higher education. If the dynamic of employment continues to oscillate between diversification and specialization, adaptation and international mobility skills, and there is an ever growing value placed on creative skills, resilience, multicultural and multilingual skills, peace-oriented education, problem solving, cooperation and communication—will the proposals of higher education incorporate what young people will need for the middle of the next decade? Both topics, mathematics and higher education, will need to be reconsidered in a complex weave that is rarely addressed, with the need for a wider vision of space and time; therein lies the premise of this issue of *Educational Innovation*.

References

- Mevarech, Z. y Kramarski, B. (2017). *Matemáticas críticas para las sociedades innovadoras. El papel de las pedagogías metacognitivas*. México: Instituto Politécnico Nacional-Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. Disponible en: http://www.innovacion.ipn.mx/ColeccionLibros/Documents/matematicas-criticas/Matematicas_Criticas_Sociedades_Innovadoras_OCDE.pdf
- Itzek-Greulich, H. y Vollmer, C. (2017). Emotional and Motivational Outcomes of LabWork in the Secondary Intermediate Track: The Contribution of a Science Center Outreach Lab. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(1), 3-28.
- Jaitman, L. (Ed.). (2017) *Los costos del crimen y de la violencia: nueva evidencia y hallazgos en América Latina y el Caribe*. Monografía del BID: New York. <http://dx.doi.org/10.18235/0000615>
- OECD, (2016). *PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education*. OECD Publishing, Paris. DOI:10.1787/9789264266490-en
- Sandoval-Hernández, Andrés (Coord.) (2016). *Experiencias Internacionales sobre el Uso de los Resultados de Evaluaciones Educativas*. México: INEE.

[ALEPH]

Matemáticas para la vida. Una propuesta para la profesionalización docente de profesores de matemáticas

Olda Covián Chávez
Avenilde Romo-Vázquez
Centro de Investigación en Ciencia Aplicada
y Tecnología Avanzada del IPN

Resumen

La sociedad espera que la formación matemática que tiene lugar en las escuelas dote a los ciudadanos de herramientas para enfrentar diversas situaciones y problemas de la vida actual. Para generar esta formación matemática, el profesor resulta un elemento fundamental. Por consiguiente, en este trabajo se presenta el curso de un programa de profesionalización docente en línea y a distancia, diseñado para proveer de herramientas teórico-metodológicas (de la Teoría Antropológica de lo Didáctico) a profesores latinoamericanos de matemáticas en servicio. Las cuatro actividades de este curso, realización, develación, diseño e implementación permitieron proponer una ruta para que los profesores diseñaran y adaptaran actividades didácticas para la vida. En este artículo se presenta a profundidad el análisis de las producciones de los profesores en la primera actividad del curso, en la cual se relaciona geometría y topografía. Esta actividad resulta crucial para que posteriormente se diseñen actividades similares.

Palabras clave

Matemáticas para la vida, profesionalización docente, diseños didácticos.

Mathematics for life: a proposal for the professionalization of mathematics instructors

Abstract

Society expects that the mathematics training that takes place in schools provide its citizens with tools to confront different situations and problems in modern life. To create this mathematics training, the professor is a fundamental element. Therefore this work presents a course from a program for online and remote instructor professionalization, designed to provide working Latin American mathematics professors with theoretical-methodological tools (from the Anthropological Theory of Didactics). The four activities of this course—execution, disclosure, design and implementation—allowed the proposal of a route for professors to design and adapt didactic activities for life. This paper presents an in-depth analysis of what the professors produced in the first activity of course, which involved geometry and topography. This activity is crucial for the future design of similar activities.

Keywords

Didactic designs, instructor professionalization, mathematics for life.

Recibido: 28/11/2015
Aceptado: 11/05/2016

Introducción

Una de las demandas para la enseñanza de las matemáticas, en la actualidad, es que los conocimientos matemáticos sean herramientas para abordar problemas y enfrentar situaciones de la vida (UNESCO, 2014; OECD, 2016). Sin embargo, se han evidenciado prácticas de enseñanza en las que el énfasis está en los conceptos y los saberes matemáticos, sin necesariamente comprender su contexto de origen o su relación y uso en otros contextos. Esto se ve reflejado, por ejemplo, en la enseñanza de la geometría que se ha centrado en el estudio de lo teórico, favoreciendo el estudio de la figuras geométricas y demostraciones, dejando el contexto de aplicación como una “vestimenta” de la actividad matemática a desarrollar (Covián, 2013; Lave, 1988). Dichas prácticas o enfoques didácticos son denominados por Chevallard (1992) como monumentalistas. Por lo que, uno de los cuestionamientos es cómo cambiar este enfoque hacia uno más abierto e innovador, en el que se explicita la razón de ser de la enseñanza de las matemáticas. Una de las rutas para generar este nuevo enfoque es a través de los profesores, que como menciona Artigue (2011, p. 7) “[...] son el elemento clave de toda evolución positiva y durable de los sistemas educativos. Constituyen hoy el reto principal de una educación matemática para todos”. Es decir, incidir en su desarrollo profesional es incidir en la formación de calidad de los futuros ciudadanos.

En las últimas dos décadas se han desarrollado diversos programas de profesionalización docente con el objetivo de actualizar y enriquecer los conocimientos didácticos de los profesores (Tirosh, 2009). Una parte, todavía mínima, de estos programas son propuestos en la modalidad en línea y a distancia. Éstos conforman comunidades de formación y profesionalización, que permiten que los profesores generen discusiones y reflexiones profundas de su práctica, a través de la interacción con colegas de diferentes realidades educativas y con expertos en la investigación en didáctica (Scott y Scott, 2010). Sin embargo, hay muchas cuestiones todavía abiertas sobre las necesidades de los profesores y las formas en que los programas de este tipo las atienden. Algunas de ellas, son ¿Cómo acercar los múltiples resultados de la investigación en matemática educativa a los profesores? ¿Cómo lograr que las herramientas teóricas y metodológicas se vuelvan útiles para los profesores y les permitan generar una enseñanza de las matemáticas para la vida?

Considerando esta última pregunta, se ha diseñado un curso para un programa de profesionalización docente en la modalidad en línea y a distancia del Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnologías Avanzada del Instituto Politécnico Nacional (CICATA-IPN), cuyo objetivo es proveer herramientas teóricas y metodológicas para que los profesores diseñen actividades didác-

ticas para la vida. Se consideró que para poder elaborar este tipo de diseños primero es necesario analizar la actividad matemática tanto en contextos escolares como no escolares –de la vida–. Es decir, para estar en posibilidad de generar nuevas relaciones entre estos contextos a través de los conocimientos matemáticos. Se eligió como marco teórico la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD), ya que ésta posee un modelo para el análisis de la actividad en su dimensión institucional (Chevallard, 1999).

Esta comunicación consta de cinco secciones que se enuncian a continuación. En la primera, se presenta una propuesta teórico-metodológica basada en elementos de la TAD, que permite el diseño de actividades para la vida. En la segunda, se muestra el diseño de una actividad para la vida que relaciona conocimientos geométricos y topográficos. En la tercera, se presenta el diseño del curso implementado en el programa de profesionalización docente. En la cuarta, se presenta el análisis de las producciones de los profesores al realizar la actividad topográfica-geométrica y cómo esta vivencia incide de manera importante en los diseños didácticos que ellos generan en equipo, que se ilustran con dos ejemplos. Finalmente, en la sección cinco, se reportan las conclusiones de este trabajo.

Propuesta teórico-metodológica basada en elementos de la TAD

Esta investigación se enmarca en la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD) que tiene un modelo para el análisis la actividad (actividad matemática, actividad topográfica) en su dimensión institucional. Particularmente se consideran tres de sus elementos: institución, praxeología y modelo praxeológico extendido. Las instituciones, según Castela y Romo (2011), son organizaciones sociales estables, que establecen normas y condiciones que restringen la actividad de los sujetos, pero al mismo tiempo la posibilitan, a través de recursos que ponen a su disposición. En esta investigación el interés está centrado en analizar conocimientos matemáticos en contextos escolares C_e y contextos extra-escolares (de la vida) C_v , vistos como instituciones que tienen sus propias condiciones y recursos. Podríamos decir que, en C_e la función principal del conocimiento matemático es su difusión a través de la enseñanza, mientras que en C_v , dependiendo el caso, la función principal es su uso para enfrentar o explicar situaciones. Para mostrar la utilidad de las matemáticas y las posibles razones de su enseñanza, se considera necesario establecer relaciones genuinas entre conocimientos matemáticos presentes en un determinado C_e con un determinado C_v . Para ello, es pertinente identificar y analizar estos conocimientos en cada uno de estos contextos. Y de manera más general, analizar las actividades

en las cuales dichos conocimientos están involucrados, a través de la praxeología.

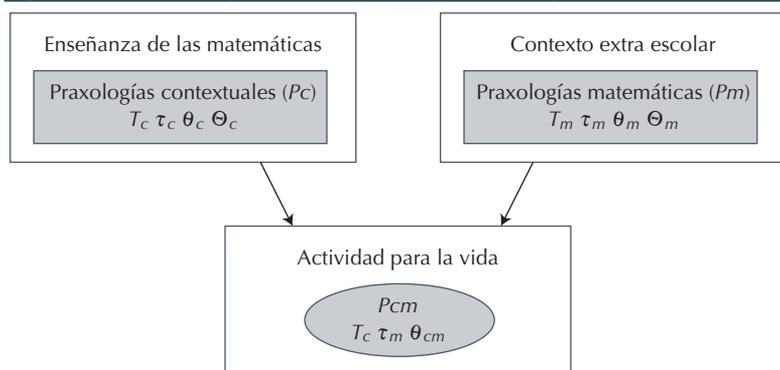
La praxeología está compuesta por dos bloques: técnico-práctico (T, τ) y tecnológico-teórico (θ, Θ). Donde T es una tarea de cierto tipo, compuesta por una tarea t , que debe realizarse por una técnica τ justificada por una tecnología θ que permite producirla, validarla y justificarla a través de una teoría Θ . En resumen “toda actividad pone en obra una organización que puede escribirse $[T/\tau/\theta/\Theta]$ y que se llama praxeología u organización praxeológica” (Chevallard, 1992, p. 3). Una praxeología matemática escolar podría ser t : calcular la hipotenusa c de un triángulo rectángulo cuyos catetos miden 3 y 4 unidades. $\tau : c^2 = (3)^2 + (4)^2 = 25$, $c = 5$. θ : teorema de Pitágoras y Θ : trigonometría.

La praxeología también permite analizar actividades matemáticas en Cv , sin embargo, la tecnología no será únicamente matemática sino también de uso. Por ejemplo, cuando en albañilería (Cv) se busca garantizar la escuadra o ángulo recto en las esquinas de una habitación (tarea), se colocan 3 clavos en un lado y 4 en el otro, equidistantes y se comprueba que al unir sus extremos hay 5 unidades. Aunque la técnica se apoya en el teorema de Pitágoras, ciertos albañiles no lo conocen y validan la técnica de forma práctica, ya que “siempre” ha funcionado. Es decir, existen explicaciones, justificaciones y validaciones asociadas al uso de la técnica matemática. Para analizarlas, se considera el modelo praxeológico extendido (Castela y Romo, 2011) esquematizado en la figura 1.

Figura 1. Modelo praxeológico extendido (Castela y Romo-Vázquez, 2011)

$$T, \frac{tb}{p}, P(S), Iu$$

En éste, la tecnología tiene dos componentes uno teórico (θ^{tb}) y uno práctico (θ^p). El componente práctico tiene seis funciones tecnológicas: describir, validar, favorecer, explicar, evaluar y justificar el uso de la técnica. Éstas, permiten analizar y evidenciar el tipo de validaciones que se producen al utilizar una técnica matemática para realizar una tarea (matemática o no) en un contexto no escolar. En este caso, $P(S)$ es la disciplina matemática que produce y valida tecnologías matemáticas (como el teorema de Pitágoras) e Iu es una institución usuaria como la Albañilería o la Topografía. Con estos elementos teóricos es posible diseñar actividades para la vida (praxeologías didácticas) en las que se relacionen matemáticas escolares (praxeologías matemáticas o Pm) con matemáticas utilizadas en contextos extra-escolares (praxeologías contextuales Pc), ver figura 2.

Figura 2. Elementos para el diseño de actividades para la vida

Para ilustrarlo, a continuación, se presenta el diseño de una actividad para la vida que relaciona praxeologías topográficas (P_c) con praxeologías geométricas (P_m).

Diseño de una actividad para la vida que relaciona praxeologías topográficas con praxeologías geométrica

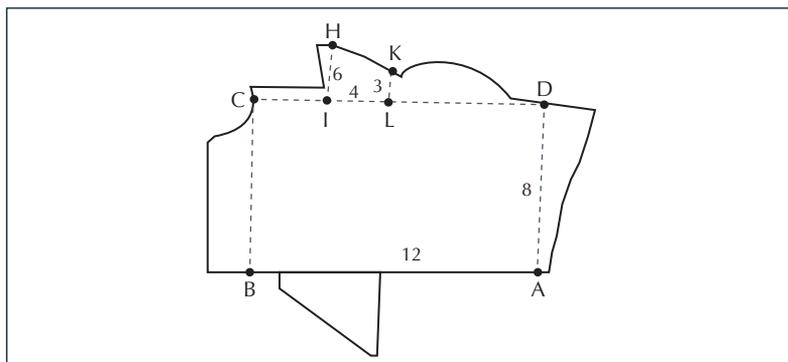
En esta sección se presenta el diseño de una actividad topográfica-matemática, en torno al cálculo de áreas. Para su diseño se consideró y adaptó la metodología propuesta en Macias (2012) que consta de cuatro fases: la elección de un contexto extra-escolar, que en este caso es el topográfico; el análisis praxeológico para el cálculo de áreas en la topografía; el análisis praxeológico para el cálculo de áreas en la enseñanza de las matemáticas y el diseño de una actividad para la vida que relaciona praxeologías topográficas con praxeologías matemáticas. A continuación, describimos las últimas tres fases.

Análisis praxeológico para el cálculo de áreas en la topografía

Se consideró el libro de difusión de la topografía de Pérez de Moya (1573), se identificaron dos praxeologías para el cálculo de áreas de terrenos “planos” y “no-planos” (P1 y P2), donde las técnicas y tecnologías involucran conocimientos geométricos.

P1. Tipo de tarea 1

Determinar el área de un terreno “plano” (que carece de protuberancias o sinuosidades). *Tarea 1.* Determinar el área del terreno presentado en la figura 3.

Figura 3. Terreno “plano” con forma irregular (Pérez de Moya, 1573, p. 185)

Técnica 1. La técnica se describe en Pérez de Moya (1573) de la siguiente forma:¹

Situar el punto A (Figura 3), traza una línea al punto B y coloca una señal. Desde el punto B al punto C levanta una recta que forme un ángulo recto con AB y pon señales en cada uno. Luego, sitúate en el punto C y haz una línea al punto D y desde el punto D, una al punto A. De manera que, al final tengas un paralelogramo donde los lados menores tengan 8 y los lados mayores 12. Multiplica 8 por 12 y tendrás el área de la figura ABCD. Luego, para obtener lo demás haz en ellas cuadrados o paralelogramos o triángulos, la figura que quieras y sigue sus reglas. Para medir la figura IHKL, que por un lado tiene 3 cantidades, por otro 4, por otro 6 y por KH no se sabe qué cantidad. Pero, se puede encontrar el área. Suma 3 con 6 y será 9 toma la mitad (que es 4 y medio) y multiplícala por 4 y tendrás 18. Júntala con el área de la figura ABCD y de este modo irás midiendo las demás (Pérez de Moya 1573, p.85).

Tecnología θ^{th} . Propiedades de las figuras conocidas (triángulos, cuadriláteros y circunferencias) y sus fórmulas para el cálculo de área, como se explicita “siguiendo la regla de la figura con la que la relacionarás” (Pérez de Moya, 1573, p.85).

Tecnología θ^p . Conocimiento del instrumento de medición usado, cinta o vara. La forma del terreno, irregular y “plano”, motiva el uso de ésta técnica (cercana al Método de Exhaustión). La precisión en la medición y en el cálculo de áreas parece motivar las técnicas geométricas, así como la elección del instrumento.

Esto se hace más evidente en la siguiente praxeología de un terreno “no plano” porque tiene lagos o espacios de agua.

¹ La traducción del catalán antiguo al castellano ha estado a cargo de las autoras.

P2. Tipo de tarea 2

Determinar el área de un terreno “no plano” (con protuberancias o sinuosidades). *Tarea 2.* Determinar el área del terreno irregular con un lago en el centro, presentado en la figura 4.

Técnica 2. Se describe primero una técnica general. “Se hará un paralelogramo o cuadrado circunscrito a tal terreno. Después de medido este cuadrado o paralelogramo se restará lo que vieres con lo que mide.” (Pérez de Moya, 1573, p. 186). Para facilitar la explicación de la técnica se da un ejemplo:

Como si fuese un pedazo de tierra que contenga una laguna de agua, de tal manera que se denota la figura $abcd$ (Figura 4), haz un paralelogramo colocando tu instrumento a la redonda de manera que quede $dcbi$ (Figura 5). Supongamos que este paralelogramo que circunscribe o abarca la tierra tiene por un lado 50 tamaños (sean varas o palos o lo que quieras) y por el otro 30. Mídela con tu regla y será 1500 y tantos tamaños o cantidades cuadradas. Mide después por la regla del triángulo

Figura 4. Terreno “no plano” con forma irregular (Pérez de Moya, 1573, p. 186)

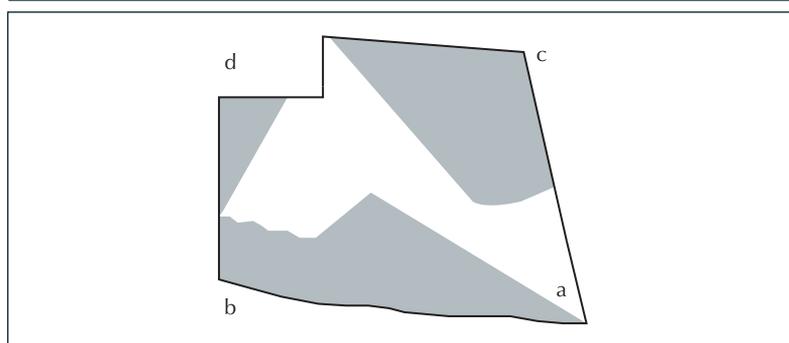
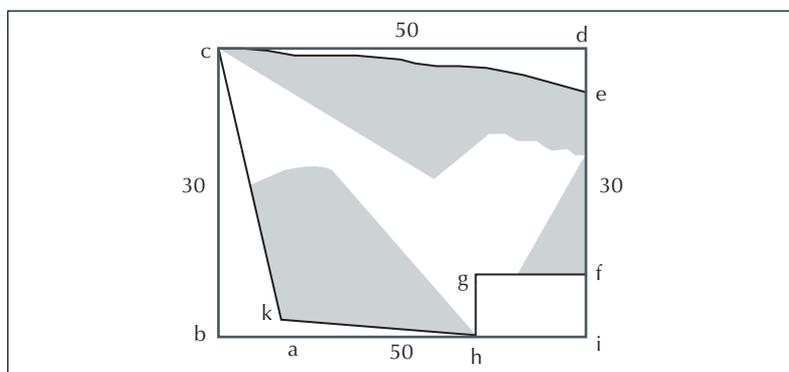


Figura 5. Técnica para medir el área de un terreno “no plano” con forma irregular (Pérez de Moya, 1573, p. 186)



la cantidad que hay entre la línea bc y el final de la tierra akc y lo que vieras entre kah y entre ihgf y entre edc. Lo que obtuvieras de restar con el paralelogramo y lo que queda, será el área de dicha tierra y de este modo se medirá cualquier otra forma. (Pérez de Moya, 1573, p. 186)

Tecnología θ^b . Propiedades de los paralelogramos, ángulos interiores rectos y lados opuestos iguales. La fórmula para calcular el área de triángulos.

Tecnología θ^p . La tecnología práctica que motiva el uso de la técnica es la forma y tipo del terreno, irregular y que tiene lagos o espacios de agua; así como el uso que se dé a éste. Elección de puntos estratégicos para medir sin interferencia del lago.

La longitud y unidad de medida depende del lugar donde se efectúe la medición, como se ilustra en la siguiente cita: “Y por qué para medir de un modo u otro he puesto regla, no me detengo en ello, ni quiero decir otra cosa, sino que en uno y otro el Geómetra guarde la unidad del pueblo donde trabaje.” (Pérez de Moya, 1573, p. 186).

En estas dos praxeologías aparecen dos tipos de tareas no matemáticas, medir y calcular el área de terrenos planos y de terrenos con lagos o ríos en su interior. Las técnicas son matemáticas y topográficas (como el tipo de instrumento para hacer la medición). La unidad de medida aparece como un elemento clave, ya que en la época no existía una común a los diferentes pueblos. A pesar de que estos elementos, parecen no tener vigencia hoy en día, se considera que la búsqueda de precisión puede ser clave en un diseño didáctico y que los softwares de geometría (como Geogebra) pueden simular condiciones de terrenos para motivar técnicas geométricas sofisticadas.

Análisis praxeológico para el cálculo de áreas en la enseñanza las matemáticas

Se analizaron praxeologías matemáticas en libros de educación media superior (Fuenlabrada, 2007; Velasco, 2010; Zamora, Vázquez y Sánchez, 2007; Zúñiga, Zúñiga, y Zúñiga, 2012). En la mayoría se identificaron tareas para el cálculo de áreas de figuras “conocidas” (triángulos, cuadriláteros o circunferencias) y polígonos irregulares compuestos por estas figuras. Las técnicas predominantes favorecen el cálculo a través de la aplicación de fórmulas y la validación estaba relacionada con el uso adecuado de dichas fórmulas. Sin embargo en Zamora, *et al.* (2007) se identificó la praxeología para el cálculo de área de la Ciudad de México. Tarea no matemática justificada con técnicas matemáticas pero con validaciones (tecnología) de naturaleza topográfica.

P3. Tipo de Tarea 3.

Calcular el área de terrenos irregulares. **Tarea 3.** Calcular el área de la Ciudad de México, dado su mapa (Figura 6).

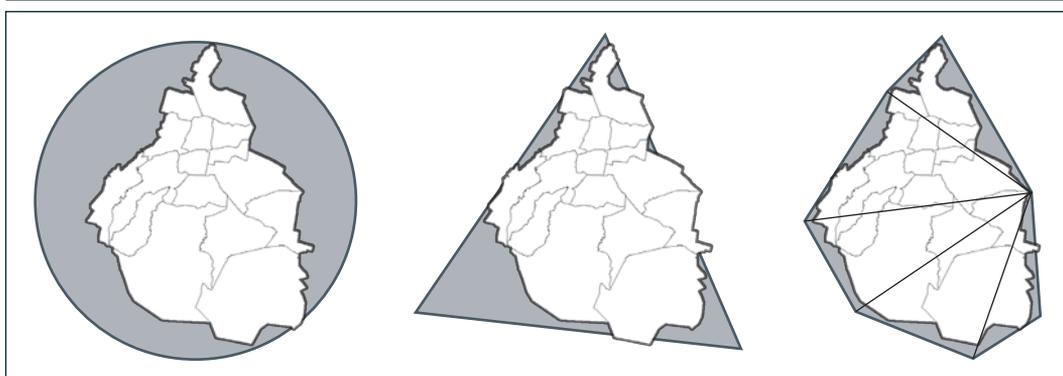
Técnica 3. En Zamora, *et al.* (2007), se presenta una técnica en tres partes, a, b y c, como se muestra a continuación:

- a. Datos: el mapa puede inscribirse en una figura geométrica.
- b. Análisis: en primera instancia, intentaremos acotar el contorno de la figura geométrica que nos permita calcular el área correspondiente. Observemos que de las tres figuras (Figura 7) el heptágono irregular es el que se aproxima con menos error al área del mapa de la ciudad. Si triangulamos el polígono, sabemos que por ser heptágono debe contener $(n-2)$ triángulos, es decir: $7-2=5$ triángulos. Podemos afirmar que la suma de las áreas de los cinco triángulos es aproximadamente igual al área de la Ciudad de México. Área del Heptágono $= T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 = \text{Área del mapa de la Ciudad de México}$.
- c. Síntesis interpretativa: observa que los triángulos son diferentes, por tanto, el resultado implica obtener el área respectiva de cada uno de ellos. (Zamora *et al.* 2007, p. 104).

Figura 6. Mapa de la Ciudad de México (Zamora *et al.*, 2007, p.103)



Figura 7. Selección de la figura geométrica que se aproxima al área del mapa de la Ciudad de México (Zamora *et al.*, 2007, p. 104)



Esta técnica puede reconocerse como matemática y topográfica, ya que se circunscribe a la figura, polígonos que permitan “encerrarla” de la mejor manera, como se propone en P2. Esto permite en un segundo momento triangular y calcular el área.

Tecnología θ^b . Cálculo de área de figuras irregulares a partir de una descomposición en figuras regulares conocidas y sus fórmulas.

Tecnología θ^p . Lo que motiva la técnica realizada es la aproximación de una figura lo más parecida al contorno de la figura de la Ciudad de México.

Esta praxeología se conforma de una tarea no matemática, elaborada a través de una técnica matemática cuya validación es matemática. Sin embargo, aunque no se presenta en la explicación del libro, la justificación práctica está basada en el grado de aproximación, elemento determinante en P1 y P2. Una vez identificados estos elementos (la unidad de medida, la asignación de medidas arbitrarias, el instrumento de medición y la búsqueda de proximidad) se procede a diseñar una actividad didáctica.

Diseño de una actividad para la vida que involucra tareas geométricas y topográficas.

La actividad propuesta tiene seis tareas, geométricas y topográficas-geométricas, propuestas en un orden que permita a los profesores reconocer la riqueza de la actividad matemática de las tareas topográficas-geométricas. Así, las primeras tareas provienen de la enseñanza de la geometría, tienen formas conocidas, valores y unidades de medida asignadas.

Las tareas 4, 5 y 6 son tareas topográficas basadas en P1, P2 y P3. En cada tarea se representa un terreno particular y para cada uno de pide calcular el área.

Figura 8. Dibujos de las tareas 1, 2 y 3 de la Actividad 1

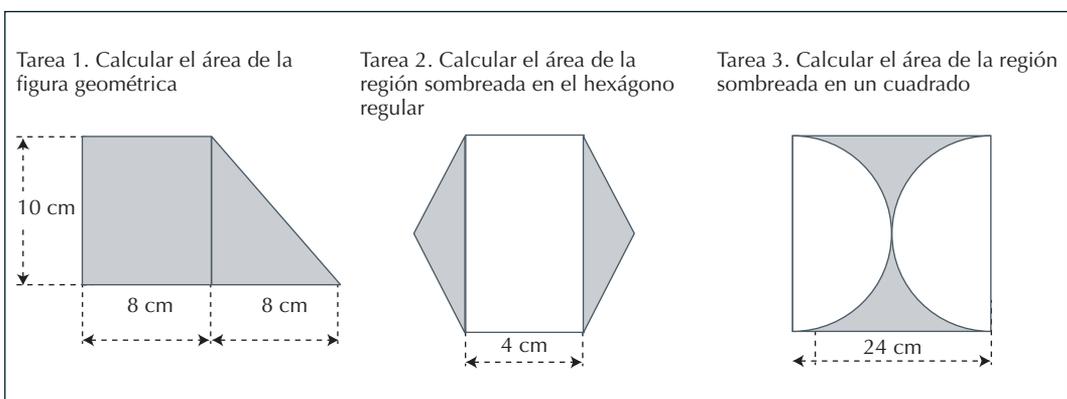
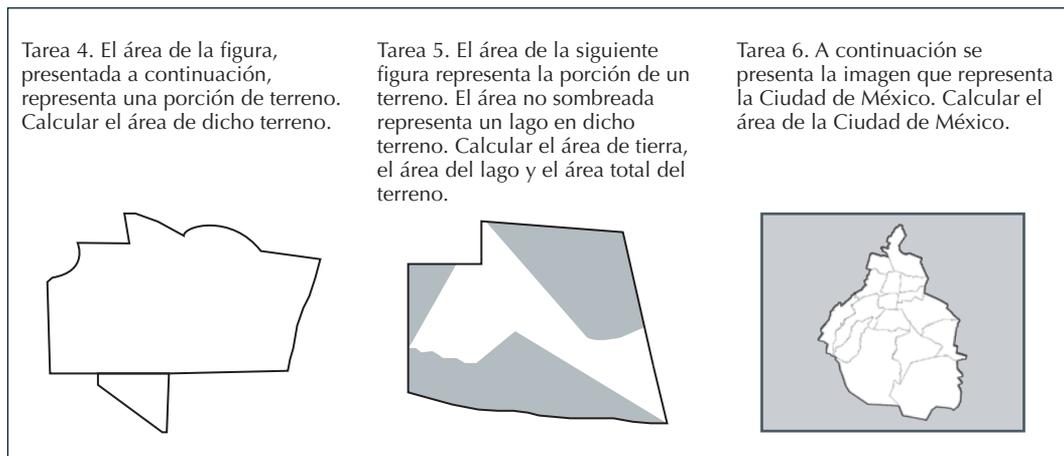


Figura 9. Dibujos de las tareas 4, 5 y 6 de la Actividad 1

Como se observa, los dibujos presentados para las tareas 4 y 5 (figura 9) se basan en los terrenos representados en P1 y P2. Pero, se omiten los “datos”, como puntos de referencia (letras), unidades de medida y dimensiones. El dibujo de la tarea 6 se toma tal cual de P3.

En las tareas 1, 2 y 3 se solicitan técnicas matemáticas con validaciones (tecnologías) geométricas: conocimiento de las propiedades de las figuras y uso adecuado de las fórmulas. Mientras que las tareas 4, 5 y 6 poseen datos que caracterizan el terreno (planos, no planos, irregulares o forma de una ciudad conocida) más que una figura geométrica, lo que solicita el uso de técnicas sofisticadas y creativas que involucren elementos geométricos. La validación está asociada al grado de aproximación que se busque, entre mayor sea, la técnica más sofisticada será. Las potencialidades de estas últimas tres tareas, como se puede ver, están asociadas a una actividad matemática mucho más rica cercana a la matemática para la vida, pues para su realización requiere tanto de conocimientos geométricos, como de creatividad y de reflexión; de un trabajo autónomo y de capacidad para adaptar conocimientos conocidos a tareas nuevas, así como generar validaciones más allá de las matemáticas (precisión asociada al instrumento y a la unidad de medida). Se considera que, para acercar estas tareas y sus potencialidades a los profesores de matemáticas, es necesario que éstos las realicen y a partir de esta experiencia y de sus conocimientos profesionales puedan, en un segundo momento adaptarlas o implementarlas con sus estudiantes. Para ilustrarlo, se muestra a continuación un curso de profesionalización docente, donde la primera actividad es ésta del cálculo de áreas que involucra geometría y topografía.

Un curso de profesionalización docente para el diseño de actividades que relacionan *Pc* con *Pm*

Se diseñó un curso para el primer semestre (de la generación 2014-2016) de la maestría en Matemática Educativa del CICATA-IPN, la cual, está dirigida a profesores de matemáticas en servicio, en la modalidad en línea y a distancia. Los profesores participantes, de primaria hasta profesional, fueron 13 en total (9 mexicanos, 2 uruguayos y 1 paraguayo). El objetivo principal, en el curso, era proporcionar herramientas (presentadas en la sección 2 de esta comunicación) para el diseño de actividades didácticas para la vida que involucran relaciones entre *Pc* y *Pm*. El curso tuvo cuatro actividades, una por semana, que se detallan a continuación:

Realización de actividades matemáticas para la vida (Actividad 1). Se solicitó a los profesores realizar las tareas de la actividad de cálculo de áreas que involucra praxeologías geométricas con praxeologías topográficas-geométricas (figuras 8 y 9).

Develación de los elementos teórico-metodológicos que sustentan la actividad para la vida (Actividad 2). Se les devela, a los profesores, los elementos teóricos y metodológicos que sirvieron para diseñar la actividad realizada. Para ello, se solicitó la lectura y análisis del artículo (Covián y Romo, 2014), en el cual, se presenta un análisis praxeológico de la construcción de la vivienda maya y del levantamiento y trazo topográfico en la cultura egipcia. En ambos contextos se utilizan conocimientos matemáticos, como son la medida de la inclinación, la proporcionalidad, el teorema de Pitágoras y la construcción de figuras geométricas. Para guiar su análisis se propusieron preguntas del tipo: ¿qué conocimientos matemáticos aparecen en el análisis de construcción de la vivienda maya?, ¿estos conocimientos son objeto de enseñanza?, ¿en qué nivel?, ¿consideras que podría proponerse una actividad didáctica basada en el análisis de la construcción de la vivienda maya?, ¿tendría sentido?

Diseño de una actividad para la vida (Actividad 3). Se solicitó a los profesores trabajar en equipo y diseñar una actividad didáctica. Esta actividad debía contener dos o más tareas que involucraran al menos un uso de cierto tema matemático. Es decir, hacer aparecer una utilidad actual de las matemáticas, y en cierta medida, real para los estudiantes. Para presentar su diseño, los profesores debían considerar al menos seis aspectos: tema matemático, utilidad de la enseñanza de este tema, nivel educativo, objetivos de la actividad, material necesario y la actividad didáctica.

Implementación de la actividad para la vida diseñada (Actividad 4). Se solicitó implementar la actividad diseñada (Actividad 3), a un grupo de estudiantes (pequeño grupo de voluntarios o bien a su clase). Esto para que ellos tuvieran una validación experimental de la actividad diseñada.

Estas cuatro actividades en su conjunto debían permitir a los profesores diseñar una actividad que involucrara un contexto de la vida (extra-escolar) y experimentarla con estudiantes. Este tipo de diseños están asociados a la complejidad de comprender la lógica del contexto considerado y la forma en que los conocimientos matemáticos se relacionan con otro tipo de conocimientos (prácticos, contextuales). Debido a esta gran complejidad, se considera que la Actividad 1 del curso resulta crucial para “convencer” a los profesores de que el diseño de actividades para la vida es sumamente importante y necesario para formar ciudadanos capaces de utilizar eficazmente las matemáticas en su vida. Para ilustrar este rol crucial de la Actividad 1, se presenta a detalle su análisis en la siguiente sección.

Análisis de las praxeologías topográficas-geométricas realizadas por profesores de matemáticas en el curso

Los profesores generaron una gran diversidad de técnicas para las tareas 4, 5 y 6 de la Actividad 1 del curso: trazo de figuras conocidas, cuadriculación de figuras, técnica mixta (fusión de las dos anteriores), trazo de un polígono sobre la figura utilizando un software y técnicas topográficas. La búsqueda de una “buena” aproximación fue un factor determinante para justificar, controlar y validar las técnicas. Para mostrar la riqueza de las técnicas y el rol de la precisión, se presenta a continuación el análisis del trabajo de 10 de los profesores, debido a que fueron los que presentaron con más detalle sus resoluciones y justificaciones.

Trazo de figuras conocidas

Para calcular el área del terreno plano (tarea 4), algunos profesores optaron por técnicas similares a las presentadas en P1. Insertaron figuras (triángulos o rectángulos) que abarcaran la mayor área posible. Seguido, insertaron figuras como triángulos y trapecios que también abarcaran el máximo de área restante y así sucesivamente. Luego calcularon el área de cada figura y las sumaron para obtener el total (figuras 10 y 11).

Ambos profesores buscaban una “buena” aproximación, como se ilustra en las descripciones que hacen sobre sus técnicas. Karla señala: “El resultado sería una aproximación. Si quisiera una buena aproximación entonces lo que haría es trazar una mayor cantidad de polígonos para tratar de cubrir mejor el área en cuestión”. Santiago demás explicita la escala como elemento que *facilita* la precisión: “El área de la figura es aproximadamente 18.62 cm^2 . El área aproximada de la porción de terreno dependerá de la escala empleada para realizar dicha figura”. Sin embargo, estos profesores

usan nuevamente sus técnicas (1 y 2) en tareas donde ya no son óptimas. Karla privilegia el uso de rectángulos (ver figuras 12 y 13), lo que impide una buena aproximación, particularmente en el cálculo del área de la Ciudad de México. No investiga esta área, ya conocida 1.485 km², lo que le impide buscar otra técnica, que resulte más precisa.

Santiago al trazar nuevamente triángulos, obvia el lago (ver figura 14) y no busca una técnica más sofisticada, que le asegure mayor precisión en el cálculo de área (ver figura 15).

Entre mayor sea la aproximación buscada, se dibujaría un mayor número de polígonos conocidos, los más adecuados a la forma del terreno. Es decir, la precisión es una tecnología que

Figura 10. Técnica de trazo de figuras conocidas en terreno plano por Karla

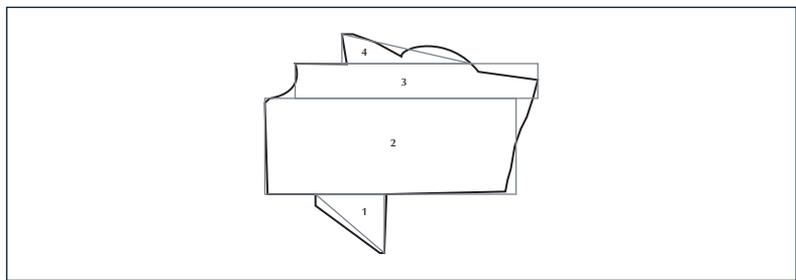


Figura 11. Técnica de trazo en figuras conocidas en terreno plano por Santiago

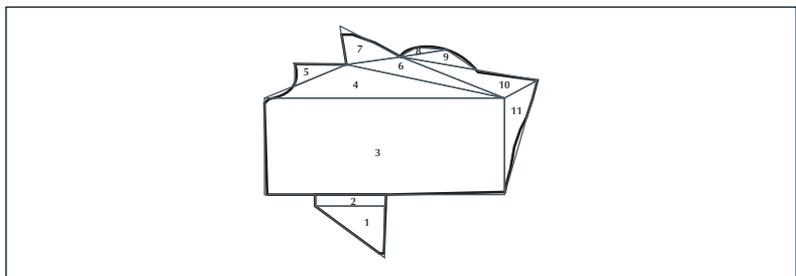


Figura 12. Técnica de trazo de figuras conocidas en terreno con lago por Karla

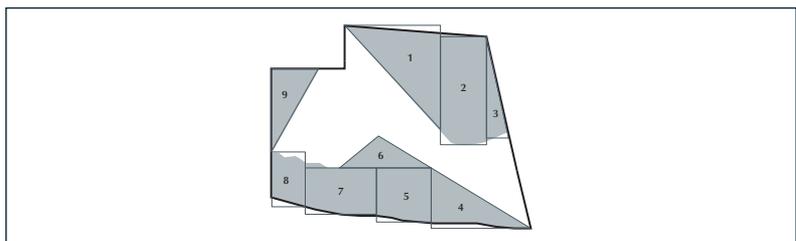


Figura 13. Técnica de trazo de figuras conocidas para calcular el área de la Ciudad de México por Karla

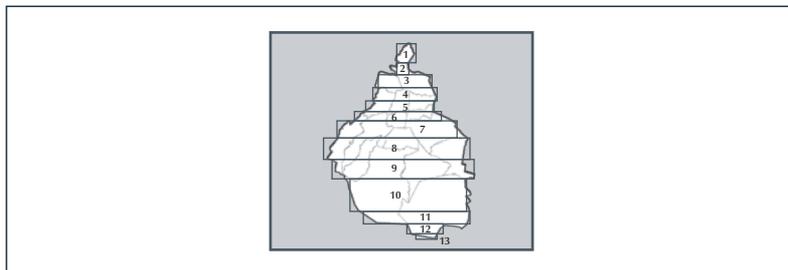


Figura 14. Técnica de trazo de figuras conocidas en terreno con lago por Santiago

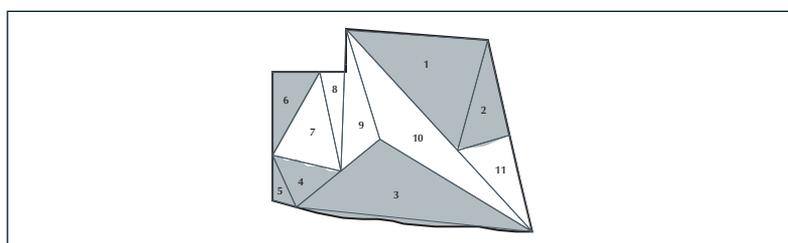


Figura 15. Técnica de trazo de figuras conocidas para calcular el área de la Ciudad de México por Santiago



regula y controla técnica, lo que se confirmará en las otras técnicas como se muestra a continuación.

Cuadriculación de figuras

Esta técnica consiste en sobreponer una cuadrícula o “rejilla” sobre la figura considerada, contar los cuadrillos y determinar el área. La colocación de la “rejilla” se hace manualmente (a lápiz y papel) o con programas computacionales, como GeoGebra, Paint o Word.

La cuadriculación manual la utilizan sólo dos profesores Alfonso y Horacio. Alfonso establece como unidad de medida 1 cm^2

y determina un área de 21 cm^2 para el terreno plano y un área total de 24 cm^2 para el terreno con lago, donde 15 cm^2 corresponden a la tierra firme (ver figuras 16 y 17). Horacio utiliza esta misma técnica para el cálculo del área de la Ciudad de México, el papel milimétrico es un medio que le permite obtener diferentes unidades de medida y por tanto determinar una mayor o menor aproximación (ver figura 18):

Figura 16. Técnica de cuadrícula para terreno plano por Alfonso

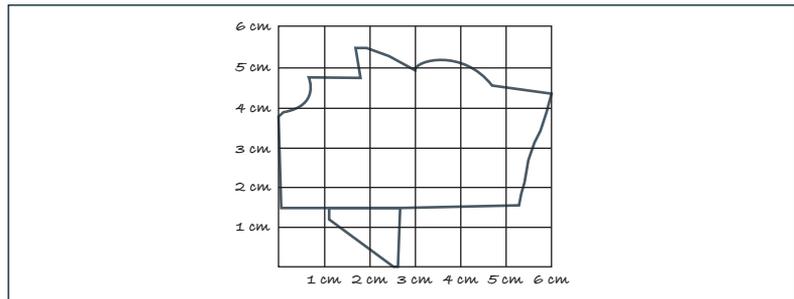


Figura 17. Técnica de cuadrícula para terreno con lago por Alfonso

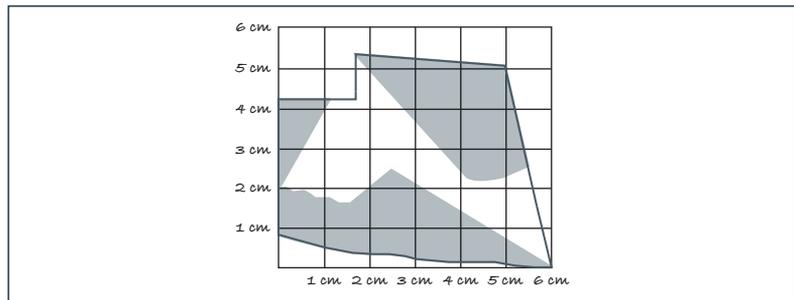


Figura 18. Técnica de cuadrícula para calcular el área de la Ciudad de México por Horacio



[...] haciendo alarde de buena vista y concentración se procede a contar los “cuadritos” realizando ajustes en el caso de los bordes. Es decir, contar 2 por 1 o incluso 3 por 1, dependiendo del porcentaje ocupado. Cabe mencionar que, al realizarlo con otras personas, alumnos voluntarios, se obtuvo una medida de 593 a 600 unidades cuadradas o 5.93 a 6.00 cm². (Extracto de reporte de Horacio, p. 3).

Para tener una mayor precisión, tres profesores usaron esta misma técnica, pero apoyándose en el uso de un software que permite ajustar la unidad de medida de área (cada cuadro).

En el caso de María (figura 19), aunque no hizo el cálculo, la búsqueda de precisión está presente en su justificación, al mencionar que se pueden hacer aproximaciones al área por exceso (asignando cuadros grandes) o por defecto (dividiendo los cuadros grandes en cuadros cada vez más pequeños). En contraste César y Juan Pablo sí hacen los cálculos y determinan que el área del terreno plano es de 130 u² y 2008.51 mm², respectivamente (ver figuras 20 y 21). César considera la forma del terreno y en los bordes de la figura decide contar los cuadros como la mitad de la unidad considerada, mientras que Juan Pablo disminuye el

Figura 19. Técnica de cuadrícula para terreno plano por María

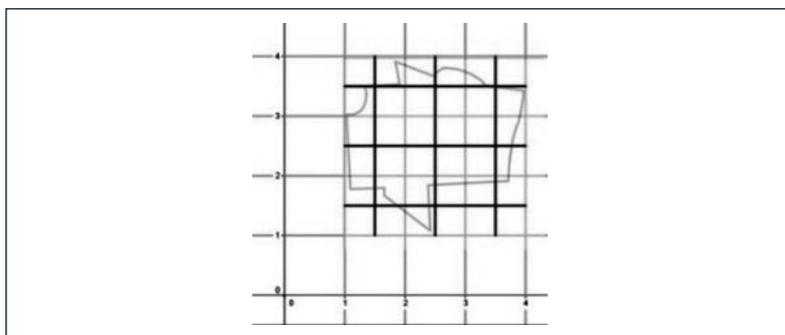


Figura 20. Técnica de cuadrícula para terreno plano por César

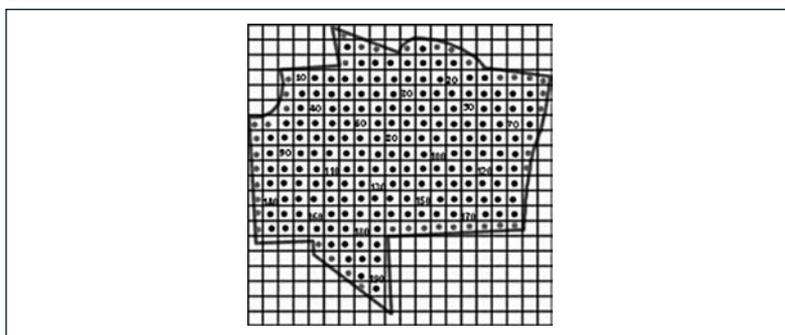
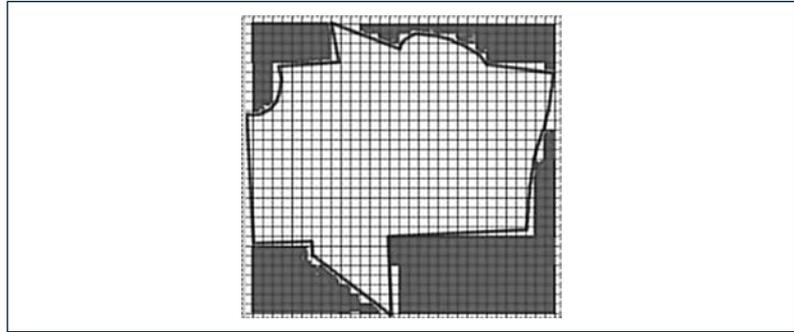


Figura 21. Técnica de cuadriculación para terreno plano por Juan Pablo



tamaño de la unidad cuadrada de área para alcanzar una mayor precisión.

Esta misma técnica las adaptan César y Juan Pablo para obtener el área de la Ciudad de México (Figuras 22 y 23) con 1 mm² de unidad.

Figura 22. Técnica de cuadriculación para calcular el área de la Ciudad de México por César

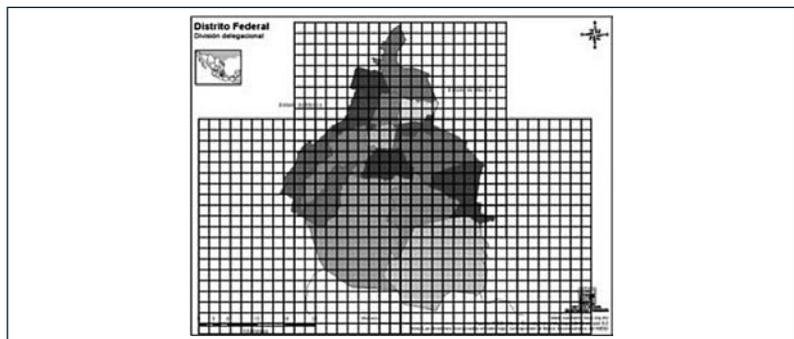
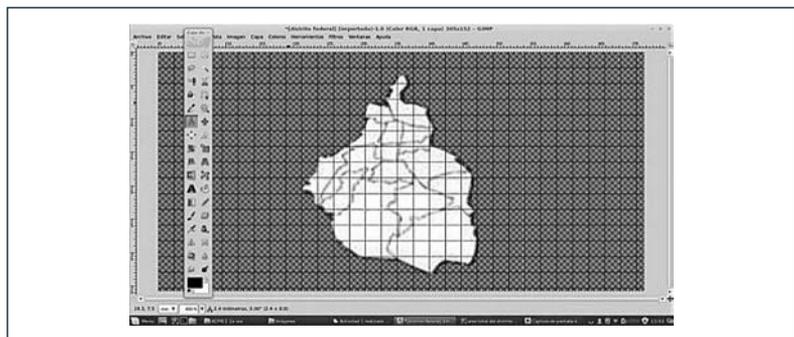


Figura 23. Técnica de cuadriculación para calcular el área de la Ciudad de México por Juan Pablo



En particular, se observó que el trabajar con una imagen “conocida” los llevó a cuestionar la precisión de su técnica. César menciona

[...] del conteo resultan 297 unidades de 4 km^2 , esto es, un total de $297 \times 4 = 1188 \text{ km}^2$. Al final, el método tuvo sus deficiencias, puesto que el área de la Ciudad de México, según diversas fuentes, fluctúa entre 1485 y 1499 km^2 . (Extracto de reporte de César, p. 5)

Juan Pablo justifica el valor obtenido, considerando que no se calcula el área de los relieves presentes en la ciudad, lo cual es una justificación que tiene sentido al considerar el contexto “real” de la tarea:

Área calculada igual a 451584 km^2 . Donde se da la escala de $1 \text{ mm}^2:1 \text{ km}^2$. Se hace notar aquí que esto no corresponde a la superficie de la Ciudad de México, pues faltan los relieves del terreno. Lo que se calculó de manera aproximada fue entonces la superficie plana de la Ciudad de México. (Extracto de reporte de Juan Pablo, p. 4)

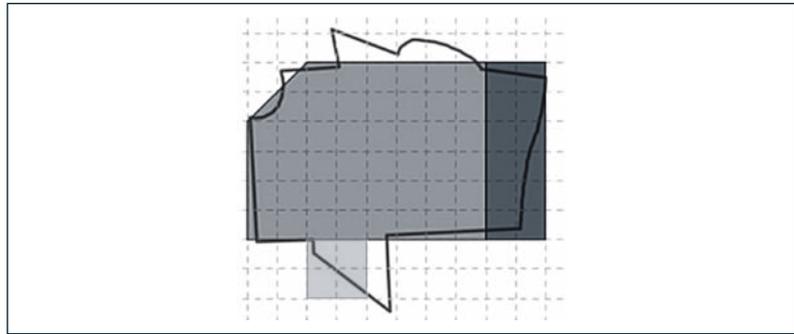
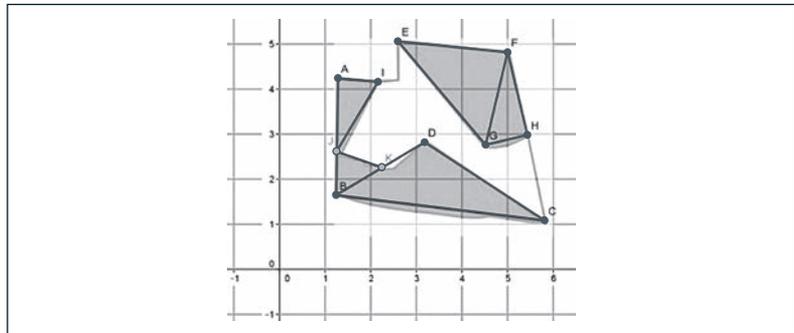
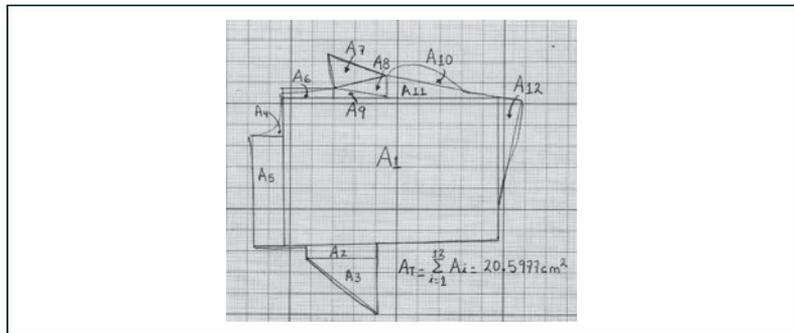
Se nota cómo el tipo de terreno juega un rol fundamental en la elección y refinamiento de la técnica, pero también el contexto “real”, particularmente de la Ciudad de México, permite contrastar el valor obtenido con el valor real de área. Efectuar el cálculo de área deja de ser una técnica únicamente geométrica y por tanto que tiene justificarse de acuerdo al contexto, como es el considerar montañas, cerros y relieves que también tienen una superficie.

Técnica Mixta

La técnica que se ha denominado Mixta es una “fusión” entre las dos técnicas analizadas previamente. Primero se cuadrícula la figura, luego se insertan figuras geométricas conocidas (triángulos y rectángulos principalmente), se cuentan los cuadros en cada figura geométrica y se suman. Dos profesores usan software, mientras que Horacio vuelve a utilizar el papel milimétrico (ver figuras 24, 25 y 26).

Carmen hace el cálculo de área “por compensación”, y describe la técnica así:

Considero que la zona del terreno que no quedó coloreada compensa aproximadamente los sobrantes que tengo en el polígono rojo y en el polígono celeste. Por lo que el área del terreno es aproximadamente la suma de las áreas de los polígonos rojo, violeta y celeste. La cuadrícula tiene relación 1:1.

Figura 24. Técnica mixta en terreno plano por Carmen**Figura 25.** Técnica mixta en terreno con lago por María**Figura 26.** Técnica mixta en terreno plano por Horacio

El área de cada cuadradito es de 1 unidad cuadrado. Polígono rojo medio: 46 unidades cuadrado. Polígono rojo: 12 unidades cuadrado. Polígono rojo claro: 4 unidades cuadrado. El área del terreno es aproximadamente 62 unidades cuadro (Extracto del reporte de Carmen, p. 5)

Se resalta que no utiliza “unidades cuadradas” sino unidades cuadrado, que muestran claramente lo que representa el área

calculada (62 unidades cuadrado). Por su parte, Horacio presentó un procedimiento que busca mayor precisión: estableció una unidad de medida (1 cm^2) e insertó cuatro rectángulos, siete triángulos y una sección de círculo en la figura procesada (ver figura 26). María traza triángulos sobre tierra firme y cuenta los cuadros (ver figura 25). Esta técnica fue también utilizada para calcular el área de la Ciudad de México, asumiendo que esta tarea es del mismo tipo que la anterior: calcular el área de un terreno plano, pero con un contorno más irregular. Lamentablemente, para ellos el contexto “real” es obviado (ver figuras 27, 28 y 29).

Figura 27. Técnica mixta para calcular el área de la Ciudad de México por Carmen

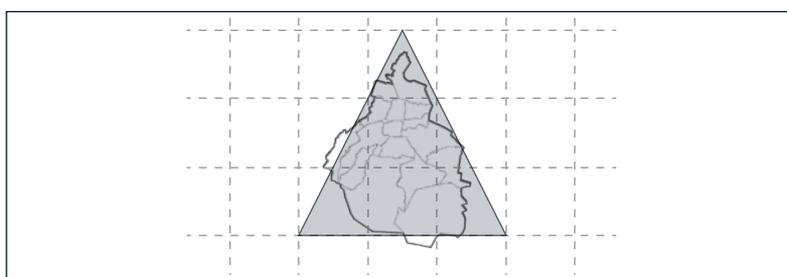


Figura 28. Técnica mixta para calcular el área de la Ciudad de México por Julio César

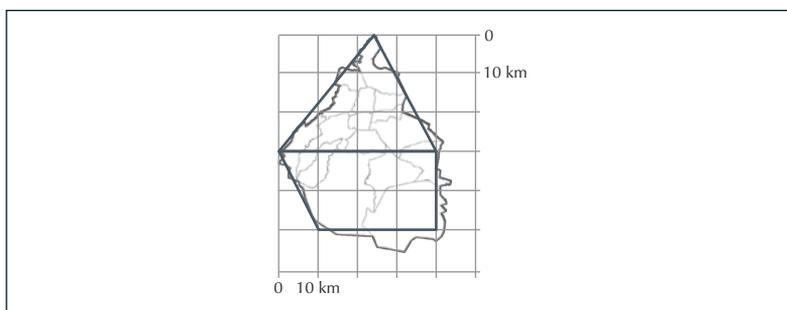
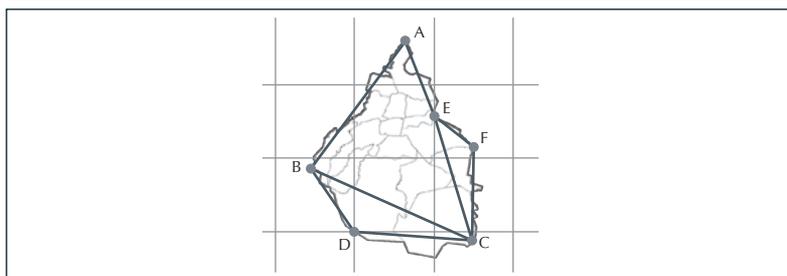


Figura 29. Técnica mixta para calcular el área de la Ciudad de México por María



Trazo de un polígono sobre la figura con el apoyo de un software

Esta técnica consiste en trazar un polígono sobre la figura la figura de terreno plano y del terreno con un lago, apoyándose en la ayuda de un software (GeoGebra o Free Map Tool) que tiene herramientas para el cálculo de áreas. Una cuestión que apareció fue la preservación de la escala al escanear y procesar la imagen. Los profesores buscaron que el cálculo obtenido mediante el software fuera realmente el de las figuras “originales”. Esta técnica fue presentada por los profesores Gilberto, Alfonso y Julio César. A continuación, se ilustran las dos primeras (ver figuras 30 y 31).

Dado que el software permite el trazo de polígonos con gran cantidad de lados, entonces “un polígono con mayor número de lados” asegura “mayor precisión en el cálculo del área”. Esto se ilustra particularmente bien en las técnicas presentadas por

Figura 30. Técnica de trazo de un polígono en terreno plano por Gilberto

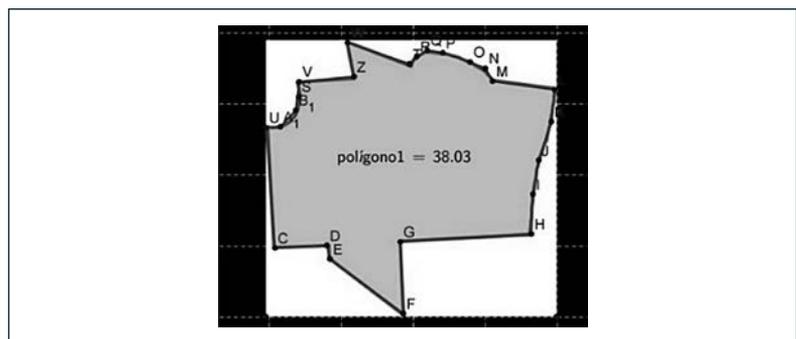
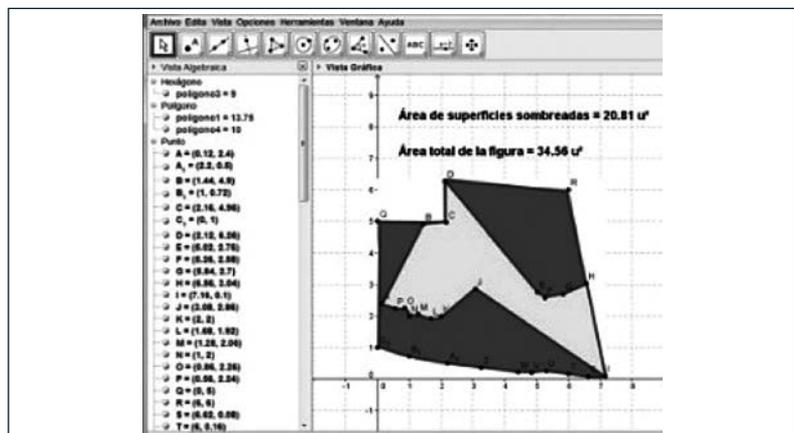


Figura 31. Técnica de trazo de un polígono en terreno con lago por Alfonso



Alfonso y Julio César para el cálculo del área de la Ciudad de México. Alfonso utilizó GeoGebra y obtuvo el valor del área. Julio César investigó en la red y ubicó el software Free Tool Maps, en éste es posible pedir la representación del mapa de cualquier ciudad, por lo que él solicitó el de la Ciudad de México, luego insertó un polígono y obtuvo el valor del área con un error de 61077 km² con respecto al valor “real”. Aunque él explicita en su reporte que, si dibujaba polígonos con mayor número de lados, obtendría una mejor aproximación, no lo hizo. Un trabajo sobre este software permitió corroborar que efectivamente es posible hacer cálculos con mayores aproximaciones.

Figura 32. Técnica de trazo de un polígono para calcular el área de la Ciudad de México por Alfonso

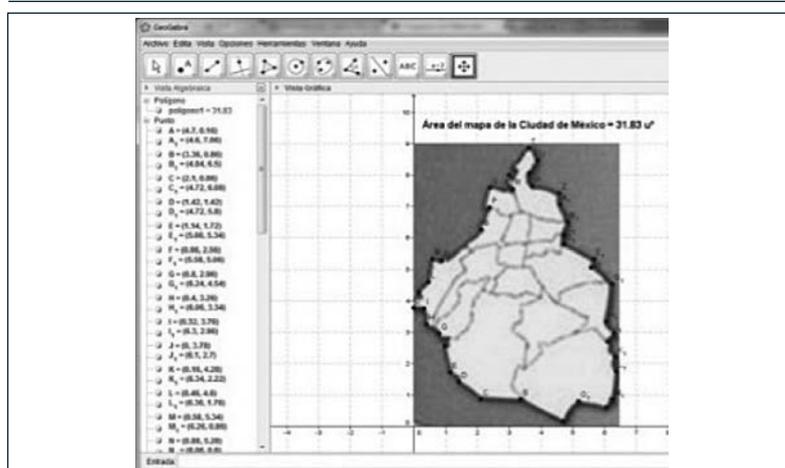
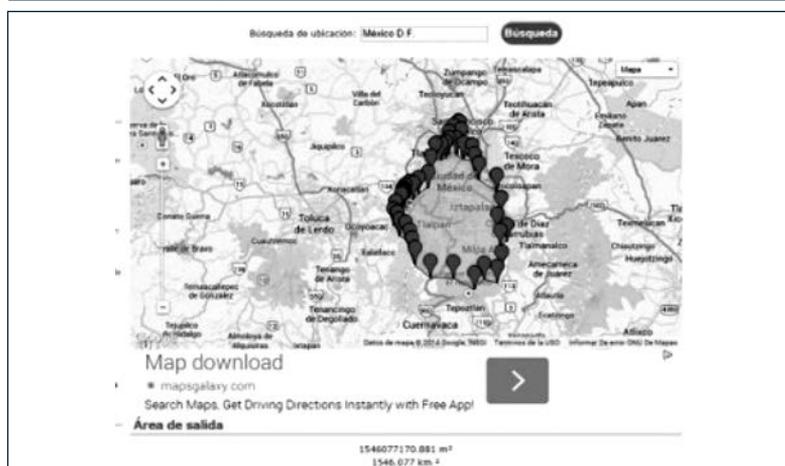


Figura 33. Técnica de trazo de un polígono para calcular el área de la Ciudad de México por Julio César



Técnicas topográficas

Las dos técnicas presentadas a continuación, cálculo de áreas por medio de coordenadas rectangulares y el cálculo de áreas por medio de la inscripción de círculos, son topográficas, puesto que son usadas en Topografía para determinar el área de terrenos delimitados por polígonos o poligonales “muy irregulares”.

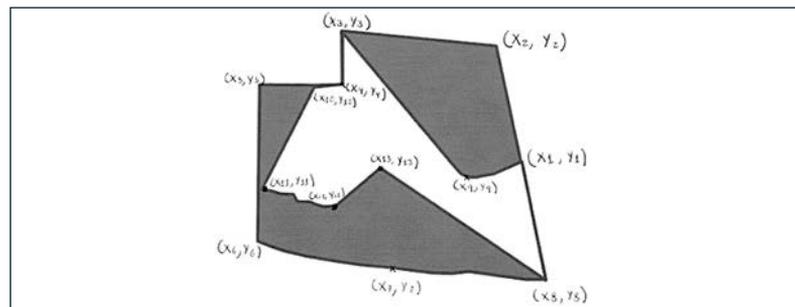
Cálculo de áreas por medio de coordenadas rectangulares

Esta técnica, como su nombre lo indica, consiste en asignar coordenadas a cada uno de los vértices que componen el polígono o la poligonal que representa el terreno. Una vez que se tienen las coordenadas de cada vértice se procede a efectuar el cálculo del área por medio de determinantes, conocida como Gauss Jordan. Generalmente se asignan las coordenadas con datos del terreno (como la altura o distancia a cierto punto de referencia), sin embargo, los profesores asignan las coordenadas de manera “arbitraria”. César y Horacio usan esta técnica para calcular el área del terreno que contiene un lago. Horacio asignó coordenadas generales (ver figura 34) y César procesó la imagen y la ubicó en un plano cartesiano para poder determinar los valores de las coordenadas y hacer los cálculos (ver figura 35).

En el planteamiento de Horacio, A_T es el área total de la figura 34, A_L es el área del lago y A_F el área final que se quiere calcular, es decir, el área de tierra firme.

$$A_T = \frac{1}{2} \begin{array}{cccccccc} x_1 & y_1 & & & & & & \\ x_2 & y_2 & x_1y_2 & x_2y_3 & x_7y_8 & x_8y_1 & y_1x_2 & y_2x_3 & y_7x_8 & y_8x_1 \\ x_8 & y_8 & & & & & & & & \\ x_1 & y_1 & & & & & & & & \end{array}$$

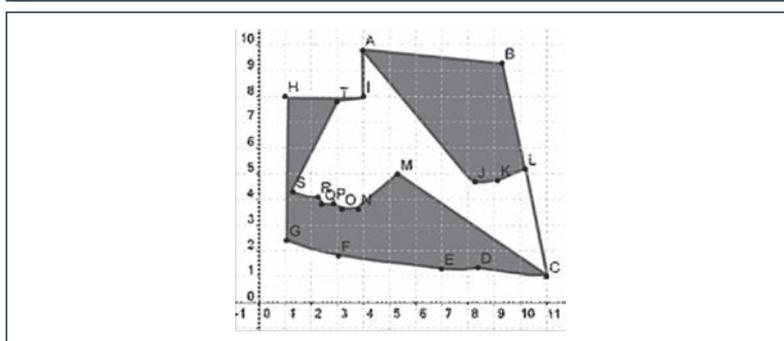
Figura 34. Técnica de cálculo de coordenadas para el terreno con lago por Horacio



$$\begin{array}{r}
 x_1 \quad y_1 \\
 x_9 \quad y_9 \\
 x_3 \quad y_3 \\
 x_4 \quad y_4 \\
 A_I \quad \frac{1}{2} \quad x_{10} \quad y_{10} \quad \frac{x_1 y_8 + x_8 y_3 + x_{13} y_8 + x_8 y_1 + y_1 x_9 + y_9 x_3 + y_{13} x_8 + y_8 x_1}{2} \\
 x_{13} \quad y_{13} \\
 x_8 \quad y_8 \\
 x_1 \quad y_1 \\
 A_F \quad A_T \quad A_F
 \end{array}$$

César al hacer los cálculos obtiene 40.16 u², que al analizarlos tienen una aproximación bastante buena.

Figura 35. Técnica de cálculo de coordenadas para el terreno con lago por César



Cálculo de áreas por medio de la construcción de círculos

Esta técnica consiste en ubicar un punto lo más cercano al centro del terreno considerado, luego trazar un radio cada 10 grados, a puntos del terreno (36 radios, de diferentes circunferencias), sumar los radios y promediarlos, el resultado es el radio de la circunferencia que se supone representa el área del terreno. Finalmente, se calcula el área de dicha circunferencia. Esta técnica está diseñada para el cálculo de áreas de terrenos “muy irregulares” y no muy extensos (ya que discrimina la curvatura de la tierra).

María usa esta técnica para calcular el área del terreno plano, traza radios a puntos “arbitrarios” y se guía por los vértices que representa la figura, adaptándola “no muy fortuitamente” (ver figura 36). Horacio la usa para calcular el área de la Ciudad de

Figura 36. Técnica de trazo de radios para terreno plano por María

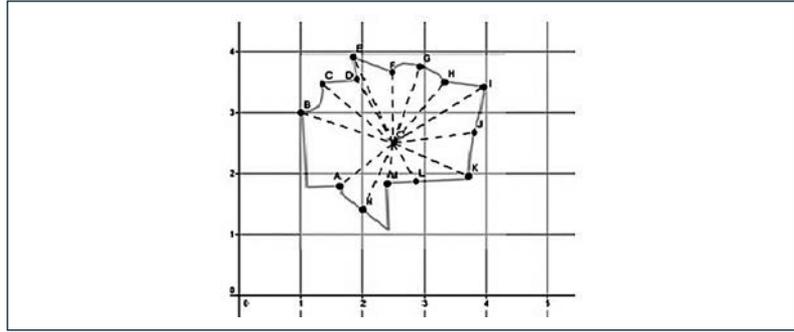
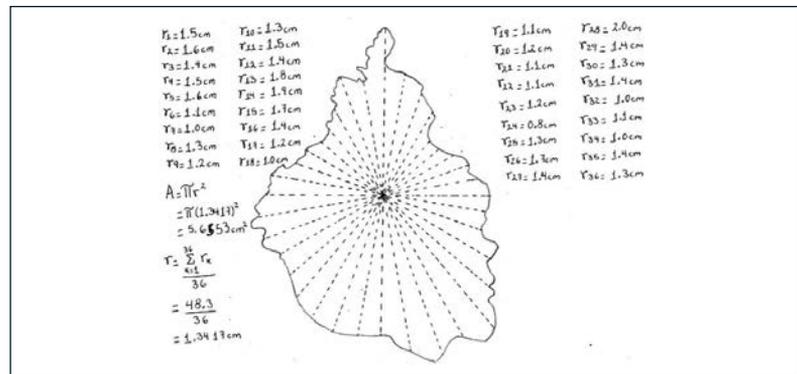


Figura 37. Técnica de trazo de radios en la figura de la Ciudad de México por Horacio



México, tal como se describió más arriba y como usa en Topografía, trazando los 36 radios, promediando y calculando el área de la circunferencia (ver figura 37).

Es importante señalar que en el curso se analizó con los profesores, las técnicas que ellos presentaron para realizar estas tareas (las adecuadas, las óptimas, las “incorrectas”), lo que mostró que considerar la realidad es complejo, pero lleva a una actividad matemática significativa, lo que tuvo un impacto en el diseño de las actividades para sus estudiantes.

Principales resultados del análisis de las técnicas de los profesores a las tareas geométrico-topográficas

El análisis previo permitió identificar que los elementos contextuales, tipo de terreno (plano, con lago, con relieves) y la forma (irregularidad) determinan la técnica más eficaz para el cálculo de áreas. Por ejemplo, en el cálculo de área de la Ciudad de México, algunos profesores calculan el área de un terreno plano, que

no tiene relieves. Para ellos, da lo mismo que se diga que representa la Ciudad de México, mostrando valores numéricos completamente irreales. Por el contrario, los profesores que toman en cuenta “la realidad” del contexto, investigan técnicas utilizadas para este tipo de tareas en la Topografía (vida real) como es la de radiaciones o la de los determinantes. Asimismo, investigan la existencia de software utilizados para ello y los utilizan. Es decir, el tipo de tarea los lleva a producir técnicas que involucran conocimientos geométricos, ciertamente, pero también topográficos, informáticos y tecnológicos. Esta tarea resulta ser la más importante ya que muestra una actividad matemática rica en la que la precisión juega un rol determinante para controlar la validez de la técnica. En las otras dos tareas aparece otro elemento de realidad, la representación de un lago y un contorno irregular, que lleva a varios de los profesores a generar técnicas que permitan el cálculo del área, cuadrículas finas, compensaciones, trazo de figuras geométricas, elección de la escala y de la unidad de medida. Esto muestra cómo la geometría de la precisión tiene una razón de ser importantísima, pero no por sí misma, sino porque permite resolver tareas reales. Obviar el lago, usar la misma técnica en tipos de tareas diferentes puede ser un efecto del paradigma tradicional en la enseñanza, “una vez que identifiques una técnica óptima la usas si las tareas se parecen un poco: cálculo de áreas”. Para mostrar cómo la realización de estas tareas les permitió a los profesores identificar las potencialidades, pero también la complejidad de proponer tareas en contextos reales, se presentan los diseños de los equipos 1 y 2.

El equipo 1 elaboró un diseño para el tratamiento de la función exponencial en el bachillerato. Éste se presenta en las figuras 38 y 39.

Como se observa, este equipo de profesores contextualizó la función exponencial en la medicina, particularmente en el tratamiento del cáncer. Para ello, buscan acercar a los estudiantes a este contexto a través del tráiler de una película y de una lectura (tareas 1 y 2). En las tareas 3 y 4 se presenta la exponencial como un modelo matemático de tiempo de vida del Radón 222 y el crecimiento de células cancerígenas. Se observa que estos modelos sólo representan una parte de los comportamientos del Radón 222 y del crecimiento de células cancerígenas y que un análisis más fino es necesario para asegurar el uso real de los modelos en medicina. Sin embargo, estos profesores comienzan a buscar tareas en contextos extra-escolares (de la vida) para dar sentido a la enseñanza del modelo exponencial.

Por su parte, el equipo 2, planteó un diseño basado en el contexto de corte y confección, como se observa en la figura 40. La actividad está planteada para estudiantes de nivel secundaria y bachillerato. Los conocimientos que se pretenden movilizar son los de proporcionalidad. Sin embargo, la técnica óptima no

Figura 38. Tareas 1, 2 y 3 del diseño del equipo 1

Maestría en Matemática Educativa – IPN
Análisis del discurso matemática escolar I

TAREA 1

a) Mira el tráiler de la película "Bajo la misma estrella". Lo encontrarás en el siguiente enlace:
<http://goo.gl/djm8ha>

b) ¿Cuál es el tema de la película?

TAREA 2

a) Lee el siguiente texto.

El cáncer es la causa principal de muerte por enfermedad en la población de adolescentes y adultos jóvenes; es la causa más común de muerte relacionada con enfermedades en las mujeres y le sigue solo a las enfermedades cardiovasculares en los hombres. En este grupo de edad de adolescentes y adultos jóvenes, solo los accidentes, los suicidios y los homicidios cobran más vidas que el cáncer.

Resulta difícil de entender qué relación puede existir entre las matemáticas y el cáncer. Un tumor se origina cuando una célula de un organismo se niega a morir y se divide sin control dando lugar a generaciones de células hijas que proliferan hasta tal punto de poner en peligro la existencia del organismo completo. Con esta descripción es fácil entender que cada tipo de célula de nuestro cuerpo, si por alguna razón se vuelve cancerosa, puede generar un tumor. Dado que tenemos más de un centenar de tipos distintos de células en nuestro organismo, pueden surgir cientos de tipos de tumores diferentes. Comprender cada uno de ellos, detectarlos a tiempo, conocer su evolución futura, encontrar sus debilidades para aplicar tratamientos adecuados, es un reto para la medicina y para la ciencia en general.

Estudiar todos los factores que intervienen en un sistema biológico cualquiera es prácticamente imposible. La cantidad de variables que intervienen, desde las que controlan las reacciones químicas entre átomos y moléculas hasta las que intervienen en la interacción, crecimiento y evolución de organismos completos es inmensa. Sistemas biológicos hay muchísimos, una población de bacterias que crece, la proliferación de una enfermedad infecciosa, los latidos de un corazón como producto de la acción coordinada de miles de millones de células o como en el caso que nos ocupa, la proliferación de células cancerosas en un tumor, son unos pocos ejemplos. El modelo matemático no tiene en cuenta a todas las variables, tan sólo incluye unas pocas en sus conjunto de ecuaciones, pero con ellas es posible extraer, teóricamente por supuesto, ciertos comportamientos del sistema completo y su evolución con el tiempo. Después, si el modelo es lo suficientemente bueno, sus resultados se acercarán al comportamiento real y ello permitirá obtener respuestas sobre el comportamiento futuro del sistema.

b) Responde las siguientes preguntas

- ¿Para qué sectores de la población mundial es el cáncer la principal causa de muerte?
- Según el texto, ¿qué posibilidades ofrecen los modelos matemáticos con respecto al estudio del cáncer?

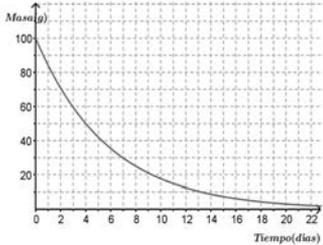
Maestría en Matemática Educativa – IPN
Análisis del discurso matemática escolar I

TAREA 3

El siguiente gráfico corresponde a una función M.

Refiere al proceso de desintegración del Radón-222, una sustancia empleada en medicina para realizar diagnósticos y tratamientos de radioterapia contra el cáncer.

La **radioactividad** es un fenómeno en el que una sustancia emite radiaciones y por ello durante ese proceso se desintegra. El tiempo que tarda en reducirse a la mitad se llama **"vida media"**.



Tiempo(días)

Responde las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es la imagen de 0?
- La masa de Radón-222, ¿aumenta o disminuye con el pasar de los días? ¿Cómo justificas esa afirmación?
- La masa de Radón-222, ¿llega a ser 0 algún día? ¿Por qué?
- ¿Cuál es la vida media del Radón-222?
- Dos estudiantes de otro grupo estimaron que la relación entre la masa y el tiempo, $M(t)$, se puede expresar de las siguientes formas:
 $M(t) = 100 (0,84)^t$
 $M(t) = 100 \left(\frac{1}{0,84}\right)^t$
¿Estás de acuerdo con alguna de ellas? ¿Por qué?

Figura 39. Tarea 4 del diseño del equipo 1

Maestría en Matemática Educativa – IPN
Análisis del discurso matemática escolar I

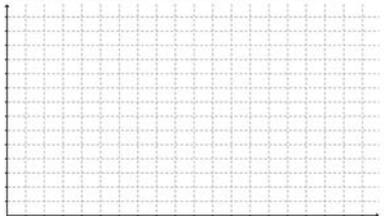
TAREA 4

Se conoce que el número de células cancerosas de un tumor viene dado por la expresión $N(t) = e^{0,23t}$, siendo t el número de meses transcurridos desde su aparición.

a) Completa la siguiente tabla

Meses transcurridos	1	3	6	10	15	20	30	50
Número de células cancerosas								

b) Representa gráficamente la función N, utilizando el siguiente par de ejes.



Por cada centímetro cúbico de tumor hay 10^9 células cancerosas. A una persona enferma de cáncer se le detecta un tumor de 34,4 cc.

- ¿Cuándo se originó el cáncer de esta persona? Muestra tus planteos.
- ¿Crees que es útil este modelo matemático, en relación al estudio del cáncer? ¿Por qué?

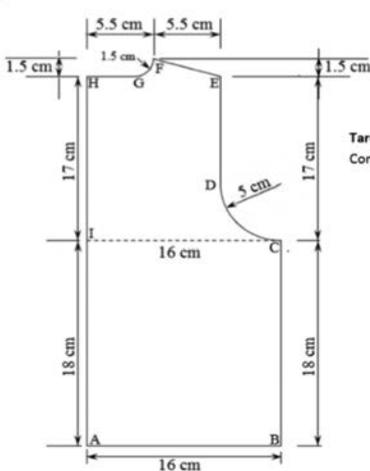
Referencias bibliográficas

Abner, P. y López, G. (s/f). *La función exponencial* [Presentación PowerPoint]. Recuperado de <http://es.slideshare.net/pabloabner/funcion-exponencial>

Anderiz, M. (2011). *Matemáticas y Cáncer* [Presentación PowerPoint]. Recuperado de <http://es.slideshare.net/Medint81/matematicas-y-cncer>

Figura 40. Tareas 1 y 2 del diseño del equipo 2

Tarea 1
A partir del gráfico de abajo, que corresponde al molde de la parte frontal izquierda de un chaleco para bebé, diseñar otro molde semejante al dado pero con 4 cm más de largo, elaborado en papel kraft en tamaño real.



CHALECO DE BEBÉ

Figura 40. Tarea 1 y 2 del diseño del equipo 2

Tarea 2
Contestar las siguientes preguntas.

- ¿Qué operaciones realizaste? Escríbelas y describe para qué realizaste dichas operaciones.
- ¿Qué figuras geométricas encontraste para realizar tu molde?
- Describe qué instrumentos utilizaste para trazar el largo del chaleco.
- Ordena y escribe los pasos que seguiste para la realización de tu molde.
- Describe qué dificultades encontraste para trazar el cuello del chaleco.
- Describe qué dificultades encontraste para trazar la sisa.
- ¿Qué enseñanza te deja esta actividad?
- ¿Encontraste alguna fórmula o método para que al trazar un molde, este proceso sea rápido y correcto, sí o no?, descríbelo.

se apoya en la proporcionalidad ya que no se trata de hacer un dibujo a escala, sino de trazar un dibujo en el que la longitud varía, pero no proporcionalmente. La tarea propuesta, sin embargo, permitirá generar técnicas matemáticas y no-matemáticas (por ejemplo, cómo determinar la sisa y el cuello si se modifica la longitud del chaleco) validadas por conocimientos contextuales (de corte y confección).

En estos diseños puede percibirse una primera apropiación de la metodología expuesta en la sección 3, eligen un contexto, lo analizan y buscan una relación de las matemáticas de éste con las escolares. Es decir, estos dos equipos identificaron tareas no matemáticas (en contextos de medicina y corte y confección) que permiten movilizar técnicas, validaciones y justificaciones matemáticas y contextuales. Se considera que en estos diseños subyace la idea de que conocer la utilidad de las matemáticas requiere seguir una ruta metodológica compleja, pero insoslayable para la formación de ciudadanos competentes matemáticos.

Conclusiones

El curso presentado permitió mostrar un camino para comunicar, una propuesta teórica-metodológica para el diseño de actividades

didácticas, en un programa de profesionalización docente. Un elemento clave del curso fue proponer la actividad didáctica topográfica-geométrica a los profesores, para que al enfrentarla pudieran experimentar la potencialidad de las tareas, determinar el área de terrenos planos, determinar el área de terrenos con un lago y determinar el área de la Ciudad de México, ya que éstas provocan la generación de una diversidad de técnicas geométricas normadas por la precisión. Estas técnicas: cuadriculación, trazo de figuras conocidas, radiación, determinantes, trazo de polígonos de numerosos lados y cálculo de su área usando software, requieren tomar en cuenta el tipo de terreno, la unidad de medida, la escala, las propiedades de figuras geométricas conocidas, las propiedades de polígonos irregulares, los medios a disposición (papel milimétrico, software) y el grado de aproximación al “valor buscado”.

Además de realizar la actividad didáctica topográfica-geométrica y analizar los elementos antes mencionados, los profesores acceden a los elementos teóricos que subyacen al diseño, generan un nuevo diseño y lo implementa con estudiantes. Todo esto los lleva a cuestionar el paradigma tradicional, centrado en conceptos, definiciones y mecanización de técnicas, y a considerar que una manera de modificarlo es utilizar las herramientas teóricas-metodológicas puestas a su disposición, para generar una enseñanza más rica cuya razón de ser esté asociada al uso de las matemáticas en situaciones reales.

Referencias

- Artigue, M. (2011). *Les déficits de l'enseignement de mathématiques dan l'éducation de base*. UNESCO: París
- Castela, C. y Romo-Vázquez, A. (2011). Des Mathématiques A L'Automatique: Etude des effets de transposition sur la transformée de Laplace dans la formation des ingénieurs. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 31(1), 79-130.
- Chevallard, Y. (1999). L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 19 (2), 221-266.
- Chevallard, Y. (1992). Concepts fondamentaux de la didactique : Perspectives apportées par une approche anthropologique. *Recherches en didactique des mathématiques*, 12(1), 73-112.
- Covián, O y Romo-Vázquez, A. (2014). Modelo Praxeológico Extendido una Herramienta para Analizar las Matemáticas en la Práctica: el caso de la vivienda Maya y el levantamiento y trazo topográfico. *Bolema*, 28(48), pp. 128-148.
- Covián, O. (2013). *La formación matemática de futuros profesionales técnicos en construcción*. Tesis de doctorado no publicada. México: CINVESTAV-IPN.
- Fuenlabrada, S. (2007). *Geometría y Trigonometría* (Tercera ed.). D.F., México: Mc Graw Hill.
- Lave, J. (1988). *La cognición en la Práctica*. Ediciones Paidós Ibérica.

- Macías, M. (2012). *Uso de las nuevas tecnologías en la formación matemática de ingenieros*. Tesis de maestría no publicada. México: CICATA-IPN.
- OECD (2016). PISA 2015 Mathematics Framework. In *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematics and Financial Literacy*, OECD Publishing, París. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264255425-5-en>
- Pérez de Moya, J. (1573). *Tratado de Geometría Prácticas y Especulativa*. Observatorio de Marina de San Fernando y con licencia y privilegio Real de los Reinos de Castilla y Aragón.
- Scott, D. & Scott, S. (2010). Innovations in the Use of Technology and Teacher Professional Development. In J. O. Lindberg & A.D. Olofsson (Eds.), *Online Learning Communities and Teacher Professional Development: Methods for Improved Education Delivery* (pp. 169-189). Hershey, New York: Information Science Reference.
- Tirosh, D. (2009). What do we know about mathematics teacher education? What evidence do we have? What comes next? *Journal Mathematics Teacher Education*, 12, 83-87.
- UNESCO. (2014). *Programas y Presupuesto Aprobados (37 C/5)*. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002266/226695s.pdf>
- Velasco, G. (2010). *Geometría y Trigonometría*. Ciudad de México, México: Trillas.
- Zamora, S., Vázquez, G. y Sánchez, L. (2007). *Matemáticas 2: Geometría y Trigonometría*. D.F., México: ST Editorial.
- Zúñiga, J. A., Zúñiga, E., & Zúñiga, H. I. (2012). *Geometría y Trigonometría: Formación basada en competencias, valores y desarrollo de secuencias didácticas*. Ciudad de México, México: IURE Editores.

Talento matemático excepcional y destino profesional. Trayectorias de participantes mexicanos en olimpiadas internacionales de matemáticas

José Navarro Cendejas
Centro de Investigación y Docencia Económicas, México

Resumen

Las olimpiadas científicas son un instrumento privilegiado para detectar y consolidar el talento intelectual. El riguroso proceso de selección y preparación de los concursos conlleva un esfuerzo importante que tiene un poderoso impacto en la enseñanza de las diversas disciplinas científicas. A partir de una encuesta propia, de entrevistas semiestructuradas y de un grupo de discusión, en este artículo se analiza el perfil socioeconómico, las trayectorias educativas y profesionales y la percepción sobre el propio talento de participantes mexicanos en olimpiadas internacionales de matemáticas entre 2000 y 2013. La finalidad de este estudio exploratorio es identificar algunos factores que potencian el talento matemático, no sólo entre la élite de participantes en concursos internacionales sino en el conjunto de estudiantes. Entre los resultados destacan la importancia del apoyo de la familia y de profesores comprometidos con la detección y desarrollo del talento intelectual matemático.

Palabras clave

Aprendizaje de las matemáticas, desarrollo de talentos, competencias científicas, trayectoria académica, trayectoria profesional.

Exceptional mathematics talent and professional prospects. Paths of Mexican participants in international mathematics Olympiads

Abstract

Science Olympiads are an exceptional instrument for detecting and reinforcing intellectual talent. The rigorous selection process and preparation for the contests implies an important effort that has a powerful impact on the teaching of diverse scientific disciplines. Based on our own survey, semi-structured interviews and a discussion group, this article analyzes the socioeconomic profile, educational and professional paths and the perception of their own talent of Mexican participants in international mathematics Olympiads between 2000 and 2013. The purpose of this exploratory study is to identify certain factors that enhance mathematics talent, not only among the elite participants of international contests, but also among the students as a whole. An outstanding point among the results was the support of family and professors committed to the detection and development of mathematical talent.

Keywords

Academic path, learning mathematics, professional path, science competitions, science skills, talent development.

Recibido: 01/03/2016
Aceptado: 22/09/2016

Introducción

Entre los diversos mecanismos que existen para la detección y desarrollo de talento intelectual, desde hace algunas décadas se han realizado competencias o concursos, en diversas disciplinas científicas, que utilizan el símil de competencias deportivas olímpicas. Se trata de eventos en los que participan alumnos con talento excepcional de diferentes niveles, desde la educación básica hasta la educación superior. Tanto la participación en concursos académicos como el éxito en los mismos implican un proceso de selección riguroso y competitivo, mismo que da como resultado la identificación de estudiantes que han mostrado ser talentosos con relación a compañeros de la misma edad y nivel educativo. Pero no solo se trata de un éxito relativo, sino que existen mecanismos objetivos mediante los cuales se demuestra la posesión de un talento excepcional, normalmente reflejado en la capacidad para resolver problemas complejos en función de los estándares propios de cada disciplina.

En el caso de las olimpiadas de matemáticas, es posible encontrar en México competiciones a nivel escolar, municipal, estatal, nacional e internacional. De acuerdo a Radmila Bulajich (2009), las olimpiadas de matemáticas, en cualquiera de sus versiones, tienen como objetivo “crear y promover el interés por las Matemáticas para impulsar el desarrollo de la ciencia y la tecnología en los respectivos países. Este objetivo se pretende alcanzar enfrentando a los estudiantes a problemas que requieren, para su solución, además de esfuerzo, una buena dosis de creatividad, imaginación e ingenio” (Bulajich, 2009, p. 4).

La Sociedad Matemática Mexicana (SMM) es la encargada de organizar la “Olimpiada Mexicana de Matemáticas” (OMM). Cada año, participan en la OMM los mejores seis estudiantes de nivel preuniversitario de cada estado (la Ciudad de México envía a diez participantes). La OMM tiene el objetivo de “promover el estudio de las matemáticas en forma creativa, alejándose del estudio tradicional que promueve la memorización y mecanización, y buscando desarrollar el razonamiento y la imaginación de los jóvenes” (Portal Web OMM, 2015). Para poder participar en la OMM, cada estado de la República realiza de manera autónoma sus propias competencias internas, selecciona y entrena a sus representantes. En total, el concurso nacional se compone de alrededor de doscientos estudiantes, quienes se reúnen durante una semana del mes de noviembre en una sede distinta cada año. La competencia consiste en la aplicación de dos pruebas escritas, con una duración de cuatro horas y media cada una. En cada prueba, se plantean tres problemas correspondientes a matemáticas básicas que requieren de una solución por escrito. La clave para la respuesta correcta está en el ingenio y una gran habilidad para el manejo de conocimientos básicos de matemáticas. Al final de

la competencia se elige un grupo conformado por los dieciséis mejores alumnos, es decir las medallas de oro, quienes conforman una preselección nacional, de la cual surgen los competidores que representarán a México en las olimpiadas internacionales subsiguientes: Internacional, Iberoamericana, Centroamericana y del Caribe y de la Cuenca del Pacífico. Evidentemente el nivel de complejidad de los problemas que los estudiantes resuelven en las diferentes etapas va en aumento, como se puede observar en los ejemplos presentados en el Anexo 1.

La participación de los olímpicos mexicanos ha ido consolidándose en los últimos años, como puede observarse en la mejora constante de los resultados obtenidos en diferentes competencias internacionales (Portal Web OMM, 2015; Portal Web IMO, 2015). Si bien los estudiantes que participan en competencias internacionales constituyen una especie de “élite intelectual”, es importante reconocer el papel formativo que existe en el proceso de selección y preparación para las olimpiadas, que tienen un potencial impacto en la enseñanza de las matemáticas en el resto de alumnos.

Por otro lado, entre los expertos en aprendizaje y desarrollo de las matemáticas existe un debate acerca del origen de las habilidades propias de la disciplina, si son innatas o si bien adquieren mediante el aprendizaje –el debate *nature vs nurture*– (Koshy *et al.*, 2009). De acuerdo a ciertas perspectivas, el debate ha sido más o menos resuelto ya que se asume que las habilidades matemáticas son adquiridas a lo largo de la vida, pero existen algunas personas que nacen con ciertas características, en términos de su estructura y sus funciones cerebrales, que son extremadamente favorables para el desarrollo de habilidades matemáticas (Krutetskii, 1976). Para efectos de este artículo, nos interesa comprender algunos de los procesos que ha vivido un conjunto de individuos que, además de su predisposición innata, ha experimentado una serie de estímulos formativos para el desarrollo de las matemáticas en el contexto de las olimpiadas. Así, el propósito es identificar el perfil y las experiencias de un grupo de olímpicos mexicanos que han participado en competencias internacionales de matemáticas, así como un análisis del impacto de esta participación en sus trayectorias educativas y profesionales. Se trata de un estudio exploratorio de un tema que ha sido poco explotado en México desde una perspectiva de política educativa, con el objeto de identificar algunos factores que favorecen el desarrollo del talento intelectual y confrontarlo con hallazgos de investigaciones similares a nivel internacional, para ofrecer algunas recomendaciones que puedan contribuir al desarrollo de las habilidades matemáticas de los estudiantes mexicanos.

La estructura del artículo es la siguiente. En primer lugar, se hace un repaso a la literatura sobre investigaciones relacionadas con olimpiadas científicas, con énfasis en las olimpiadas de matemáticas. Posteriormente, se presentan las bases metodológicas de

la investigación: objetivos, preguntas y técnicas de investigación. A continuación, se muestran los resultados del trabajo empírico, estructurado en cuatro apartados: perfil socioeconómico, trayectorias educativas, trayectorias profesionales y percepción sobre el talento matemático. Finalmente, se ofrecen algunas conclusiones a partir de los resultados de la investigación.

La investigación sobre competencias científicas

A nivel internacional, desde la década de los noventa, es posible identificar un interés creciente por encontrar factores relacionados con el éxito en las olimpiadas científicas. Bajo el nombre de *olympiad studies*, existen diversas investigaciones, principalmente originadas en Estados Unidos o Europa, que analizan perfiles de participantes en este tipo de eventos, así como los resultados que obtienen después de las olimpiadas.

De acuerdo con Campbell y Walberg (2010), las competencias científicas son frecuentemente utilizadas por muchos maestros en los niveles iniciales con la finalidad de detectar y desarrollar el talento de niños que poseen habilidades intelectuales excepcionales (*gifted students*). Según estos mismos autores, habría cinco supuestos involucrados en la participación en olimpiadas científicas:

- ▶ Los niños con talento necesitan ser identificados de manera temprana.
- ▶ Las competencias son necesarias porque muchas escuelas no tienen un currículum diferenciado o los recursos necesarios para desafiar a los estudiantes extraordinarios.
- ▶ Las competencias atraen a participantes con talento extraordinario.
- ▶ Las competencias motivan el desarrollo temprano del talento.
- ▶ Una vez desarrollado, se espera que el talento contribuya a la sociedad.

Tomando en cuenta estas premisas, Campbell y Walberg (2010) elaboraron una investigación en la que participaron 345 olímpicos de diferentes disciplinas científicas en Estados Unidos. La finalidad de su investigación fue identificar las contribuciones de estas personas al desarrollo científico y social de su país, los factores que ayudaron u obstaculizaron el impulso de los talentos, así como sus destinos educativos y profesionales. En términos generales, estos autores encontraron que más de la mitad de los encuestados tenía un doctorado, la mayoría de ellos eran profesores e investigadores y, en conjunto, habían producido más de ocho mil productos científicos, con lo cual confirmaron la importancia de este tipo de concursos en el avance de la ciencia en general. Con respecto al perfil de los encuestados en el estudio de

Campbell y Walberg (2010), la gran mayoría eran hombres (89%) y de raza blanca (75%), el 24% tenía ascendencia asiática y únicamente 1% de los individuos analizados pertenecían al colectivo afroamericano o hispano. De forma global, se encontró una alta presencia de inmigrantes de segunda o tercera generación y la mayoría de ellos tenía un nivel socioeconómico medio o alto. Estos resultados fueron coherentes con otras investigaciones sobre talento excepcional en Estados Unidos, como la de Brody (2005), quien enfatizó el componente migratorio entre estudiantes con talento sobresaliente, destacando la ascendencia asiática.

La participación de las mujeres en este tipo de competencias ha sido sistemáticamente baja, tanto a nivel nacional como internacional. Por ejemplo, en la Olimpiada Internacional de Matemáticas, entre 1959 y 2012 únicamente el 8% corresponde a mujeres de todos los países participantes (Meremikwu *et al.*, 2014). Si bien se trata de una brecha que se ha reducido en los últimos años (Campbell y O'Connor-Petruso, 2008), en la revisión de la literatura sobre la explicación de este fenómeno, se puede observar que se trata de un problema multifactorial, ante el cual existe poca evidencia contundente que apunte hacia un solo factor explicativo. Así, Applebaum *et al.* (2012), al analizar patrones de género en la participación y éxito en la resolución de problemas matemáticos en el contexto de competencias, concluyeron que existían factores biológicos, instruccionales (lo que sucede al interior del aula) y socioculturales. Por su parte, Ellison y Swanson (2010) argumentan que la brecha de género reflejada en las competencias de matemáticas apunta hacia una falla en las políticas públicas dirigidas a este grupo específico de estudiantes, ya que lo que funciona para el conjunto de chicas, parece no estar funcionando para las alumnas sobresalientes. En otras palabras, lo que Ellison y Swanson (2010) infieren es que la brecha de género en las competencias no tendría que ver necesariamente con la habilidad, sino con factores externos de tipo social. Por otro lado, Meremikwu *et al.* (2014), quienes confirman la subrepresentación de mujeres en el mundo de las matemáticas, la ciencia y la tecnología, defienden que el aumento de mujeres en las competencias científicas es una vía para ayudarlas en su proceso de empoderamiento, dada la evidencia de discriminación e intimidación que puede estar contribuyendo precisamente a su ausencia en las competencias.

Al respecto, estudios anteriores ya habían mostrado que una de las posibles causas de la ausencia de mujeres en competencias académicas podría estar relacionada con un posible sesgo de los profesores hacia los varones al momento de impulsar la participación en estos concursos (Campbell y Walberg, 2010). Aunado a lo anterior, Lengfelder y Heller (2002) encontraron explicaciones diferenciadas, ya que mientras los padres de familia explicaban la baja participación de las mujeres debido a las diferencias

en actitud frente a la competencia y a los criterios de los profesores, las estudiantes pensaban que se trataba efectivamente de una selección sesgada. Además, según Lengfelder y Heller (2002), el elemento que más parece pesar en el bajo desempeño de las mujeres se relaciona con el auto concepto que éstas tienen sobre sus habilidades, y cómo éste inhibe su participación en competencias académicas. Así, estos autores concluyen que el estímulo que reciben las chicas en la escuela es la principal manera de interesarlas la academia y en el mundo de las ciencias.

En el caso mexicano, González *et al.* (2001) sugieren que la promoción de olimpiadas científicas y matemáticas debería estar enfocada a las mujeres, debido a su baja participación, y para caracterizar este fenómeno, relatan la siguiente anécdota:

El director de una escuela secundaria del DF que estaba entregando los reconocimientos al estudiantado que participó en una olimpiada de matemáticas, se percató de que las premiadas eran todas mujeres. En lugar de hacer explícito su reconocimiento a las chicas, se dirigió a los varones comentando “¿no les da vergüenza?” Este es solo un ejemplo de las muchas formas en que la escuela continúa transmitiendo estereotipos de género por áreas de conocimiento de forma inconsciente (González *et al.*, 2001, p. 62).

Pasando a otro tema, el apoyo de la familia ha resultado ser uno de los factores más importantes en el apoyo de los estudiantes talentosos. Así, en un estudio clásico de tipo longitudinal que comenzó a partir de los años 20 del siglo pasado, Terman (1954) analizó la carrera de hombres talentosos (*gifted*) y concluyó que el éxito en las carreras estaba asociado con la estabilidad y la ausencia de conflictos en la vida personal y familiar. Es decir, se trata de un factor que trasciende el periodo formativo, e impacta en el desarrollo posterior de las trayectorias de estudiantes talentosos. Recientemente, Nokelainen *et al.*, (2007) confirmaron estos hallazgos, en una investigación comparativa entre Finlandia y Estados Unidos con olímpicos, reforzando la idea de que, independientemente del talento excepcional, el éxito profesional entendido como productividad académica, está asociado a una atmósfera propicia en el hogar. Por su parte, Campbell y Feng (2011), actualizaron el estudio de Terman y encontraron hallazgos similares, mostrando la importancia del ambiente familiar en el desarrollo de personas con talento extraordinario.

Finalmente, con respecto al impacto de las olimpiadas en las trayectorias vitales, estudiantiles y profesionales, Campbell y Walberg (2010) reportan resultados positivos en las trayectorias de los olímpicos que formaron parte de su estudio. En síntesis, algunas de las ventajas que las olimpiadas han aportado son: aprendizaje, estudio independiente, actitudes positivas hacia matemáticas y

ciencias, autoestima, autoaprendizaje, resolución creativa de problemas. Además, estos autores encontraron un consenso en la literatura respecto a la valoración de las olimpiadas como un factor que les ha permitido a los olímpicos obtener logros importantes a nivel académico y profesional.

Diseño metodológico

Los objetivos centrales de esta investigación exploratoria son: analizar el perfil de los alumnos mexicanos participantes en olimpiadas internacionales de matemáticas, caracterizar sus trayectorias educativas previas a las olimpiadas y examinar el impacto de dicha participación en sus trayectorias escolares y, en su caso, profesionales posteriores. Dentro del análisis del perfil de los olímpicos se incluyó la exploración de algunos rasgos de personalidad comunes a los participantes, así como un acercamiento a la percepción propia sobre el talento matemático. En concreto, en la investigación se busca responder a las siguientes preguntas: ¿Cuál es el perfil de los estudiantes mexicanos participantes en olimpiadas internacionales de matemáticas?, y ¿cómo afecta la participación en olimpiadas internacionales de matemáticas en el desempeño escolar y profesional posterior?

En este apartado se definen tanto los instrumentos de investigación como la muestra elegida para elaborar los perfiles y trayectorias de los olímpicos. Una de las limitaciones del estudio fue la dificultad para contactar a los participantes, ya que la mayoría se encuentran fuera de las instituciones a las que pertenecían en el momento en que concursaron en las olimpiadas. Asumiendo esta limitación, se intentó un acercamiento de tipo mixto, integrando tanto datos de carácter cuantitativo como cualitativo.

Para la elaboración de los perfiles y trayectorias de los olímpicos mexicanos se utilizaron tres instrumentos de investigación:

- ▶ Encuesta en línea.
- ▶ Entrevistas semiestructuradas (presenciales y por video conferencia).
- ▶ Grupo de discusión con olímpicos.

Con respecto a la muestra, en la fase inicial de la investigación se pretendió incluir en el análisis a los participantes en la Olimpiada Internacional de Matemáticas entre 2000 y 2013, un universo potencial de 59 olímpicos (asisten 6 estudiantes por año, y existe la posibilidad de competir en más de una ocasión). La intención inicial era aplicar la encuesta, las entrevistas y el grupo de discusión a este colectivo. El contacto con los olímpicos se inició a través de la información pública que se pudo encontrar en internet y mediante los datos que los propios olímpicos nos facilitaron

sobre otros compañeros durante el desarrollo del trabajo de campo. En total, se estableció contacto con 41 de los 59 participantes en la Olimpiada Internacional de Matemáticas entre 2000 y 2013, algunos de los cuales además de responder a la encuesta fueron entrevistados y/o participaron en el grupo de discusión. Tomando en cuenta el número de olímpicos que respondieron en una primera etapa, se tomó la decisión de ampliar el universo potencial a todas las personas que hubieran participado en cualquier competencia internacional de matemáticas dentro del mismo rango de años. De esta manera, utilizando las redes construidas con los olímpicos, fue posible establecer contacto con otros 13 participantes en diversas olimpiadas internacionales. En suma, se cuenta con un total de 54 encuestas respondidas.

En el Anexo 2 se pueden consultar las preguntas de la encuesta en línea, en la cual se abordaron temas como: perfil socioeconómico, recuperación del proceso de participación en olimpiadas internacionales de matemáticas, trayectoria educativa desde el preescolar, trayectoria laboral –si aplica–, así como becas y apoyos recibidos.

Con referencia al grupo de discusión, se contó con la participación de 8 olímpicos mexicanos en la Olimpiada Internacional de Matemáticas y 3 participantes en otro tipo de olimpiadas internacionales. En el Anexo 3 se pueden revisar las preguntas que guiaron la discusión, que fue dividida en dos bloques. En el primer bloque, la intención era profundizar en las preguntas de la encuesta en línea, así como explorar otros temas que no se consideraron adecuados para el formato de encuesta, por ejemplo, el tema de género. En el segundo bloque, se abrió la discusión a propuestas sobre cómo mejorar los procesos de detección y desarrollo del talento matemático desde la perspectiva y experiencia de los olímpicos. En ambos casos, un miembro del equipo de investigación dirigió la participación, a partir de un formato abierto, es decir, una guía de preguntas elaborada previamente sirvió como detonante de la discusión, pero con la flexibilidad suficiente para profundizar en los temas que aportaban respuestas interesantes para la investigación.

Sobre el tercer instrumento de investigación, se realizaron 6 entrevistas semiestructuradas, que fueron complementadas con otras 3 entrevistas realizadas por video conferencia con olímpicos que residían en el extranjero. La intención de las entrevistas (ver Anexo 4) fue profundizar en las preguntas de carácter cualitativo que ya se apuntaban en la encuesta de manera general.

En suma, el trabajo empírico cuenta con 54 encuestas respondidas, 9 entrevistas semiestructuradas y un grupo de discusión con 11 participantes en olimpiadas internacionales. A continuación, se presentan los resultados de la aplicación de estos instrumentos de investigación.

Perfil de los participantes en olimpiadas internacionales de matemáticas

Género

Tal como ocurre en otros países, la gran mayoría de participantes en olimpiadas internacionales de matemáticas de nuestro país son varones. Por ejemplo, de los participantes mexicanos en la Olimpiada Internacional de Matemáticas (IMO) entre los años 2000 y 2013, únicamente se pudieron identificar dos mujeres, quienes representaron a nuestro país en la IMO en el año 2003 (Portal Web IMO, 2015).

Con respecto a la encuesta en línea que se desarrolló en la investigación, de los 54 olímpicos que la respondieron, únicamente se obtuvo respuesta de 2 mujeres, que compitieron en competencias internacionales de matemáticas distintas a la IMO. En el grupo de discusión se contó con la participación de una mujer, quien además de haber participado como concursante tenía experiencia como entrenadora de este tipo de competencias, quien aportó elementos para interpretar la baja participación de chicas en este tipo de concursos. De acuerdo a su testimonio, el factor de competitividad que implica participar en olimpiadas desincentiva a las alumnas, quienes preferirían otro tipo de actividades que se desarrollan en grupo. Según su opinión, la competitividad estaría relacionada con rasgos de personalidad más masculinos que femeninos, lo cual se refleja en la propensión de las chicas a realizar actividades que impliquen convivencia con otras compañeras, a diferencia de los chicos, que preferirían el enfrentamiento con sus pares.

Perfil socioeconómico

El perfil socioeconómico de los olímpicos fue medido a partir de dos variables: el nivel educativo de ambos padres y el nivel de ingresos mensual familiar. En términos generales, encontramos que el nivel cultural promedio de los olímpicos es alto, principalmente medido a partir de la educación del padre (Tabla 1). Este hallazgo confirma investigaciones anteriores mostradas en el estado del arte (Campbell y Walberg, 2010; Brody, 2005) y además es congruente con la investigación educativa internacional que ha mostrado sistemáticamente una relación positiva entre logro educativo y nivel educativo de la familia de origen.

El nivel socioeconómico fue medido a partir de los ingresos familiares mensuales, declarados por los propios encuestados. Se utilizaron rangos de ingresos en pesos nominales, que incluían todos los ingresos obtenidos en la familia en el periodo de participación en olimpiadas de matemáticas, sin separar por padres o madres. En el Gráfico 1 se muestra que, de acuerdo al indicador utilizado, una buena parte de los olímpicos pertenece a la clase media o alta, aunque la distribución de ingresos presenta la misma

Tabla 1. Nivel de estudios de los padres. Encuesta en línea. Porcentajes

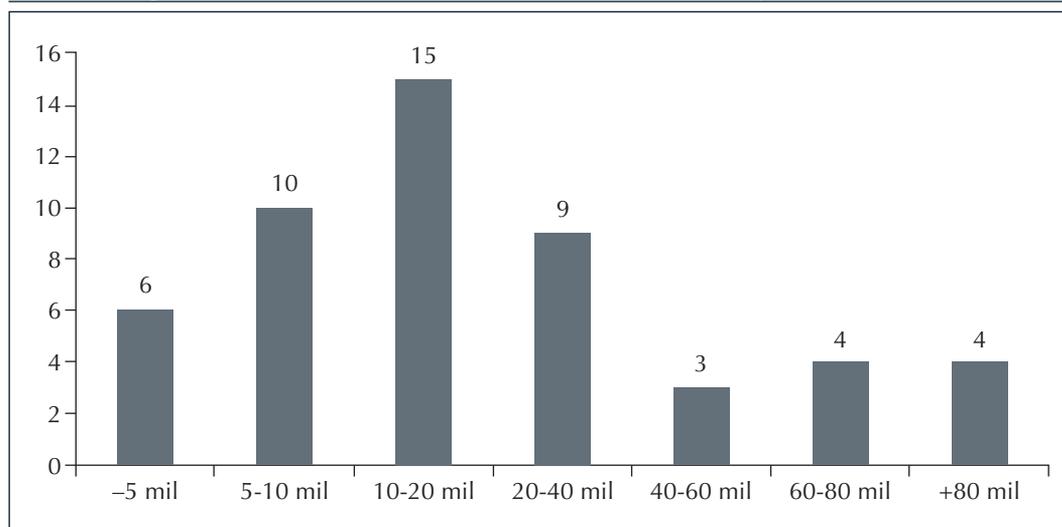
Nivel educativo		Padre	Madre
Básico	Sin estudios	1.9	0
	Primaria	5.6	0
	Secundaria	5.6	11.1
Medio	Preparatoria	7.4	14.8
	Carrera Técnica	3.7	14.8
Superior	C. Universitaria	42.6	35.2
	Maestría	16.7	18.5
	Doctorado	13	3.7
	NC	3.7	1.9
Total		100	100

Fuente: elaboración propia.

tendencia normal que suele aparecer en la medición de ingresos de la población en general.

Rasgos de personalidad

La fuente principal para responder a esta pregunta de investigación son las entrevistas semiestructuradas y el grupo de discusión. Se trata de una identificación exploratoria de algunos rasgos de personalidad que emergieron en el trabajo de campo

Gráfica 1. Ingresos familiares mensuales. Encuesta en línea. Porcentajes

Fuente: elaboración propia.

y que se relacionan directamente con la participación en olimpiadas de matemáticas. Por lo tanto, no se pretende hacer un análisis exhaustivo sobre los tipos de personalidad que presentan estos individuos, que requeriría de otro tipo de instrumentos especializados, de mayor profundidad en el trabajo empírico y de muestras representativas de esta población. Dicho esto, a partir de los instrumentos utilizados fue posible encontrar las siguientes características comunes.

Socialización e identidad. En cuanto al valor de las olimpiadas como espacio de socialización y de relaciones sociales, los participantes señalaron que la participación en este tipo de eventos, además de la parte intelectual, constituía un lugar de reunión y de construcción de identidad alrededor de un gusto común: las matemáticas. La idea “hay otros como yo, a quienes les gusta las matemáticas”, aclara esta identidad. En este sentido, varios de los participantes comentaron que dentro del grupo de olímpicos encontraban un espacio en el cual podían hablar con personas que eran más o menos iguales a ellos mismos. Este rasgo se expresa en la siguiente verbalización:

Entrar a las olimpiadas donde ves a más gente con tus mismas características sí es una motivación muy grande (Lorena¹, grupo de discusión).

Competitividad. Fue uno de los rasgos que apareció en el grupo de discusión como un factor que influyó en varios de los olímpicos para interesarse en olimpiadas de matemáticas. Prácticamente todos identificaban un nivel alto de competitividad, que se iba reforzando conforme avanzaban en sus etapas de entrenamiento y competición. Además, como ya se mencionó previamente, este rasgo apareció como un elemento que podría incidir en la desigual participación de hombres y mujeres en olimpiadas de matemáticas.

Disciplina. Participar en olimpiadas de matemáticas de alto nivel implica el desarrollo de una disciplina personal, ya que las olimpiadas no eximen a los estudiantes de cumplir con sus obligaciones escolares. En algún momento del análisis esto último apareció más bien como un factor que obstaculizaba la concentración en olimpiadas. Independientemente de esta última consideración, los olímpicos en general reconocen que el esfuerzo adicional que les implicó pertenecer a este selecto grupo, incluso algunos de ellos identificándolo como algo más importante que el propio talento innato que poseían. Este rasgo aparece en opiniones como la siguiente:

1 Se utilizan pseudónimos de los participantes tanto en el grupo de discusión como en las entrevistas semiestructuradas.

Como es otro ambiente, llegas a la olimpiada y hay gente mejor que tú, te reta a hacer otras cosas y en la escuela como que te sientes que no tienes que hacer tanto, como que con el esfuerzo mínimo te va bien (Raúl, grupo de discusión).

Motivación. Las motivaciones personales están mediadas por el valor que se otorga a la educación dentro de las familias, así como por las condiciones económicas. Aunque las motivaciones son tan diversas como los participantes en las olimpiadas, existen algunos rasgos en común que vale la pena destacar. En primer lugar, aparece la motivación por alcanzar metas u objetivos personales tales como ganar, viajar y ser el mejor. En segundo lugar, la ambición por resolver retos cada vez más complejos conforme se avanza en los concursos. En tercer lugar, la motivación por recibir el reconocimiento dentro de la familia o de la escuela. Además, la motivación se refuerza a partir de la pertenencia a un grupo que no se define por el valor de la clase social, sino por el valor del conocimiento sobre un tema y el reconocimiento de los pares. La motivación intrínseca es expresada de manera clara en la siguiente opinión:

Yo creo que en algunos casos es que uno piensa 'muy bien, hiciste un buen examen, ahora quiero más', eso motiva, bueno a mí me motivaba ganar. Puede que ayude la motivación externa, pero la motivación intrínseca yo siento que es la más importante, puede que te motiven, pero yo siento eso (Armando, grupo de discusión).

Trayectorias educativas de los participantes en olimpiadas internacionales de matemáticas

Para el análisis de las trayectorias educativas, se han incluidos dos indicadores: tipo de institución (pública o privada) y especialidad de estudios (en el caso de educación superior). Con respecto al primer indicador, su importancia radica en sacar a la luz las diferencias que existen entre los dos sistemas, de manera que se puedan identificar aquellas instituciones que son más o menos propensas a desarrollar talento matemático excepcional. A pesar de que se trata de una muestra relativamente pequeña, los resultados indican que en el nivel básico hay un mayor porcentaje de alumnos que provienen educación privada que pública, como se puede apreciar en la Tabla 2. Cabe señalar que en el caso de la preparatoria se registró un porcentaje alto de encuestados que no respondieron a la pregunta sobre el tipo de escuela –pública o privada- a la que asistieron.

Con respecto al desempeño académico en las etapas pre universitarias, la pregunta sobre el promedio de bachillerato confirma

Tabla 2. Sostenimiento de la institución de los encuestados.
Porcentajes

Nivel	Pública	Privada	NA/NC
Preescolar	33.3	59.2	7.4
Primaria	37	63	
Secundaria	40.8	59.2	
Preparatoria	39	38.8	22.2

Fuente: elaboración propia. $N = 54$, NA/NC = No aplica/No contesta

que se trata de estudiantes con desempeños altos, ya que la media se encuentra en 9.4 de promedio, de acuerdo a los datos que los propios encuestados declararon.

Pasando al siguiente nivel educativo, de los 54 participantes que respondieron la encuesta, 42 de ellos ya habían entrado a la Universidad, concluida o en curso, en el nivel de licenciatura. Los que no habían entrado corresponden a olímpicos que continuaban en el nivel bachillerato. El análisis del tipo de institución en la cual estudian o habían estudiado sus carreras universitarias refleja una estructura distinta a la encontrada en la educación preuniversitaria, ya que la mayoría de los olímpicos ingresaron a universidades públicas, como puede observarse en la Tabla 3.

El tipo de institución universitaria se encuentra en estrecha relación con las carreras estudiadas, ya que 70% de los olímpicos habían entrado a la Licenciatura en Matemáticas, que se ofrece principalmente en universidades con financiamiento público. El resto de olímpicos han estudiado o estudian carreras con un fuerte componente matemático: Físico Matemáticas, Actuaría, Sistemas Computacionales, *Symbolic Systems*, Economía y Ciencia Política, Ingeniería Física, Ingeniería Electrónica, Mecatrónica. La única carrera que no se relaciona directamente con las matemáticas es Medicina, a la cual han ingresado tres de los olímpicos encuestados.

Por otro lado, prácticamente la mitad de los olímpicos encuestados habían ingresado al posgrado, principalmente en el extranjero (Tabla 4). Continúa la prevalencia de estudios de posgrado de carácter directamente matemático (60%) o con un componente

Tabla 3. Tipo de institución de los encuestados en la universidad.
Porcentajes

México		Extranjero
Pública	Privada	
64.3	26.2	9.5

Fuente: elaboración propia. $N = 42$

Tabla 4. Tipo de institución de los encuestados en el posgrado. Porcentajes

México		Extranjero
Pública	Privada	
35 %	8 %	57 %

Fuente: elaboración propia. $N = 26$

estrechamente relacionado con esta disciplina (Economía/Finanzas, 20%). El resto de especialidades reportadas son: Ciencias, Ciencias Cognitivas, Computación, Ingeniería y Ciencias de la Salud, con un representante en cada una de estas disciplinas.

Finalmente, es importante señalar que el 75% de los olímpicos recibieron una beca durante sus estudios de licenciatura (53% una beca de instituciones públicas, 48% de instituciones privadas), mientras que en el caso del posgrado prácticamente la totalidad de los estudiantes recibieron una beca (96%), destacando el apoyo aportado por CONACYT en la mitad de los casos. El resto habían recibido diversas becas, sobre todo de las mismas universidades donde estudiaron o continúan estudiando el posgrado.

Trayectorias profesionales de participantes en olimpiadas internacionales de matemáticas

El análisis de las trayectorias profesionales implica en primer lugar determinar la cantidad de olímpicos que han accedido al mercado de trabajo. Los datos que se obtuvieron a partir de las encuestas permiten conocer el destino profesional en el momento de la encuesta, aunque es importante considerar que el tiempo transcurrido entre la terminación de los estudios y la aplicación de las encuestas es variable en función de la edad, con lo cual los resultados de este indicador deben considerarse como una aproximación a los resultados laborales de los olímpicos. Además, solo se preguntó por el trabajo actual, dejando de lado los trabajos anteriores que permitirían reconstruir trayectorias laborales más completas.

En la Tabla 5 se presenta la actividad principal a la que se dedican los olímpicos encuestados. Asumiendo el porcentaje de encuestados que no respondieron la pregunta, el primer dato que destaca es que no aparece el fenómeno del desempleo o la inactividad. Además, tomando en cuenta que normalmente los estudiantes de posgrado reciben una beca de manutención, aproximadamente la mitad de los encuestados se encuentran en un periodo de actividad económica.

En este sentido, considerando tanto a los trabajadores como a los estudiantes de posgrado ($N = 28$), más del 75% de ellos se encontraban trabajando en el sector académico, como profes-

Tabla 5. Actividad principal de los encuestados

Actividad	Porcentaje
Estudiante bachillerato/licenciatura	29.4
Estudiante de posgrado	13.7
Trabajador	37.3
No contesta	19.6
Total	100

Fuente: elaboración propia.

res y/o investigadores. De los restantes, el 18%, es decir cinco encuestados, trabajaban en la iniciativa privada, y de los dos restantes, uno en el sector salud y otro en gobierno. Este resultado, aunado a los datos sobre perfiles educativos en licenciatura y posgrado presentados previamente, apunta hacia la importancia que ha jugado la participación en olimpiadas de matemáticas en la configuración del perfil profesional de este colectivo, un perfil que tiende mayormente hacia carreras académicas. En este sentido, vale la pena explorar en futuras investigaciones la influencia de la participación en olimpiadas al interior del colectivo de las disciplinas científicas que suelen desarrollar competiciones intelectuales (Química, Física, Informática, Astronomía, etc.).

Percepción sobre el talento excepcional

Dentro de este apartado se aborda la percepción de los olímpicos sobre diversos aspectos que se relacionan con la detección, desarrollo y aplicación de su talento excepcional. En particular, se analizan tres dimensiones: la consciencia sobre el propio talento, el apoyo de la familia, y el rol que ha jugado la escuela y los profesores. Para responder a estas cuestiones se utilizan principalmente los resultados en las entrevistas semiestructuradas y en el grupo de discusión.

Reconocimiento del talento matemático

La percepción sobre sí mismos como “buenos para las matemáticas” se refuerza por muchos medios y a través de un proceso que termina en los estudios superiores. Este hallazgo es congruente con la literatura, ya que se ha encontrado una alta correlación entre el éxito en competencias académicas y una auto-percepción positiva sobre el propio talento (Tirri y Nokelainen, 2011). Según lo expresaron los olímpicos entrevistados en nuestra investigación, el primer momento se da cuando obtienen un buen resultado en el examen diagnóstico que se aplica en las escuelas para identificar a los estudiantes más destacados en matemáticas.

Además, en algunos casos los maestros sí los motivan a concursar y en otros casos no, por lo que el papel de esta figura es muy diverso y particularmente aquellos profesores involucrados en las olimpiadas son quienes más se preocupan de impulsar a los estudiantes. En cambio, en otras escuelas los profesores de matemáticas que no están involucrados en las olimpiadas, no siempre tienen interés en impulsarlos.

En este contexto, ocurre el primer momento de reconocimiento, cuando los jóvenes se reconocen como buenos para “algo” y alguien les dice que deben continuar participando en los concursos. En este caso, más allá del entorno familiar, se abre la posibilidad de desarrollarse en un área del conocimiento y el interés por hacerlo se relaciona con el gusto por las matemáticas.

El segundo espacio se da en los “entrenamientos”, el entorno de la preparación para los concursos, en los que se pueden medir las habilidades frente a los pares, con los cuales se compite, pero con quienes también se colabora. Es importante destacar que “ser buenos” se define siempre en relación con el otro que está compitiendo, “siempre hay alguien más bueno que yo”. Este “auto-reconocimiento” es importante, pero solo puede ocurrir cuando se tiene un punto de comparación y los parámetros claros con los que se mide la habilidad.

De hecho creo que la motivación no es tanto de “felicidades ganaste”, es al revés. Me acuerdo que nosotros como que nos reíamos, cuando teníamos un problema decíamos “ay yo sí lo acabé, eh”, con otras palabras pero sí era eso como de que chin, me ganó otra vez, ¿no? (Luis, entrevista semiestructurada).

El espacio de las competencias es otro lugar de reconocimiento. Aquí cobra una importancia central el reconocimiento con respecto a los resultados obtenidos. Cambia así el significado y se extiende más allá del ámbito escolar, ya que ahora son reconocidos por expertos en el tema ajenos a su entorno habitual (familia, escuela, equipo estatal, etc.).

Familia y desarrollo del talento

Desde la perspectiva de los olímpicos el apoyo familiar se puede encontrar en diversas dimensiones relacionadas con su participación en las olimpiadas. A continuación, se mencionan dichas dimensiones aportando una verbalización que ejemplifica cada una de ellas.

- ▶ En el desarrollo de la habilidad matemática y de la disciplina por el estudio.

Es muy importante la familia en la constancia, la disciplina y el valor que le dan a la educación. Por ejemplo, en mi

caso no soy de altos recursos, yo me considero media baja, siempre fui a escuela pública y vivíamos al día, en ningún momento yo tuve que trabajar. Mis padres con mucho sacrificio vieron para que nosotros nos dedicáramos a la escuela, ellos siempre consideraban que la escuela era lo más importante para nuestro futuro” (Carlos, grupo de discusión).

► Apoyo en las actividades escolares.

Mi mamá hacía las tareas conmigo, se dedicaba en las tardes a eso cuando era niño. En mi caso, que me inculcaban mucha disciplina, esto me ayudaba porque la llevaba a la parte de entrenamientos, a la parte incluso, de entrenar por mi cuenta (Miguel, entrevista semiestructurada).

► Directamente en la participación en olimpiadas, mediante el apoyo económico que muchas veces se necesita, en términos de viajes, hospedaje y el dinero necesario para pagar los gastos. A pesar de que existen apoyos institucionales para diversas actividades, muchas veces la participación implica gastos extraordinarios que no siempre son cubiertos desde las instituciones. Aquí es donde juega un papel importante el papel de la familia, que implica no solo la voluntad por ayudar, sino el poder adquisitivo para realizarlo. Varios de los olímpicos opinaron que sin este apoyo no hubieran podido lograr los éxitos mostrados.

Lo más importante de los padres es que estuvieron ahí para ayudar, dejándome ir a los entrenamientos aunque fuera pequeño. En mi caso me pagaron los viajes, me dieron el apoyo logístico. Es más importante que te ayuden de manera tangible, tiene que ser algo concreto, lo otro sale sobrando” (Armando, grupo de discusión).

Para concluir con el tema de la familia, un hallazgo interesante fue que varios de los jóvenes que participaron en la investigación, dieron una importancia mayor a la familia como motor de motivación, por sobre la valoración que daban a los profesores. Este resultado coincide con lo encontrado por Cho y Lin (2010), quienes afirman que el apoyo de la familia, pero sobre todo la percepción de un ambiente positivo familiar, junto con la motivación intrínseca y extrínseca, así como las propias creencias sobre la inteligencia, se reflejan positivamente en algo tangible como la resolución creativa de problemas.

El papel de la escuela y los profesores

El papel de la escuela y los profesores es importante cuando se analizan las trayectorias de los olímpicos. Si bien algunos participantes en la investigación tendían a dar un mayor peso a la familia

con respecto al apoyo recibo en su trayectoria olímpica, tanto en las entrevistas como en los grupos de discusión aparecieron con frecuencia menciones al apoyo que la escuela brindó, pero sobre todo al rol que desempeñaron algunos profesores específicos, desde las etapas de detección como potenciales participantes en olimpiadas, hasta las etapas de entrenamiento previo a las competencias.

Es importante pues diferenciar a los profesores que ayudaron a potencializar el talento dentro de la escuela, de los profesores que asumen el rol de entrenadores durante las etapas de competición. Un ejemplo del primer grupo de profesores lo podemos encontrar en la siguiente expresión de un olímpico.

Creo que tuve la buena suerte de estar en buenas escuelas y creo que sí es muy importante el papel de los maestros. Me invitaban a concursos, me dieron las facilidades para que yo asistiera, si ellos no podían prepararme me vinculaban con quien sí podía prepararme, en matemáticas y en otras áreas. Más en la preparatoria, hay escuelas en donde sí hay personas donde hacen esa labor y en otras no la hacen, a lo mejor porque el maestro sí le tocó estar en un concurso y tenía esa visión más allá, un maestro sobresaliente, sí es importante el papel de los maestros y considero que es importante generarlo, a lo mejor no es un factor determinante, pero sí importante (Carlos, grupo de discusión).

A partir de las entrevistas y del grupo de discusión, se pudo encontrar un desequilibrio en la importancia que se le otorga a este tipo de competiciones en las escuelas. Se encontraron algunos casos, como una preparatoria en Jalisco que en un mismo año envió a tres olímpicos a la IMO, donde hay una estrategia clara para desarrollar habilidades matemáticas tipo olimpiadas en toda la escuela, mediante “clubes de matemáticas” o actividades extraescolares relacionadas con las matemáticas. En el otro extremo, algunos mencionaron escuelas que simplemente toleraban la participación de los olímpicos, circunscribiendo la participación a dejarlos faltar a clases para competir o entrenar.

Por otro lado, los profesores-entrenadores relacionados con el proceso de preparación a las olimpiadas juegan un papel fundamental, ya que están cercanos a los olímpicos y conocen la dinámica necesaria para desarrollar su talento de cara a las competencias. Esto se refuerza por el hecho de que una buena parte de los entrenadores fueron participantes en olimpiadas de matemáticas previas. Su rol para motivar a los alumnos es fundamental, aunque con ciertas características, como se puede apreciar en las siguientes opiniones.

[Los profesores] ponían por ejemplo lo que íbamos a trabajar en ese entrenamiento, ya que todos saben cuáles son las difíciles.

Te esforzabas en querer sacarlas, empezabas a competir ahí, así de quiero resolver el problema difícil. Como que era el incentivo del profesor, poner problemas que realmente te retaban, cuando lo resolvías, el profesor no decía nada, pero creo que tampoco nadie necesitaba eso. Miguel (grupo de discusión)

Hubo un tiempo en que te aplaudían, aplaudíamos cuando alguien resolvía un problema que era difícil, solo a veces y con algunos entrenadores. Había otros que te decían “mira era muy fácil hacerlo” y así con eso te decían eres un tonto porque no lo resolviste antes. Juan (entrevista semiestructurada)

Además, se destacó el rol que juegan algunos profesores entusiastas de las matemáticas, que están involucrados en los procesos olímpicos más allá de sus obligaciones académicas. En concreto, se detectaron profesores con este perfil en Morelos, Jalisco, Nuevo León y Yucatán, que coinciden precisamente con estados que han obtenido sistemáticamente resultados exitosos en este tipo de competencias. Los propios olímpicos en el grupo de discusión identificaron esta desigualdad en los esfuerzos por apoyar las olimpiadas en función del estado.

Conclusiones

En esta sección de conclusiones retomamos algunos de los principales hallazgos que aporta nuestra investigación. Antes de ello, conviene enfatizar la naturaleza exploratoria de este trabajo. Durante el proceso de investigación se estableció contacto con algunas personas involucradas directamente en la organización de las olimpiadas (con el Presidente de la Olimpiada Mexicana de Matemáticas, así como con los delegados estatales de Chihuahua y Guanajuato) quienes confirmaron que se trata de un estudio inédito en nuestro país. Si bien, la misma comunidad matemática a través de redes sociales tiene un conocimiento del destino de los olímpicos una vez que termina su ciclo, este estudio constituye el primer esfuerzo explícito por indagar sobre las trayectorias posteriores a la participación en olimpiadas internacionales de matemáticas.

La primera pregunta de investigación que se planteó en este trabajo se refería al perfil de los participantes en olimpiadas internacionales de matemáticas. En este sentido, los resultados coinciden con hallazgos de otros países que tienen distintos rasgos culturales y nivel de desarrollo económico. En concreto, encontramos una prevalencia de olímpicos que provienen de clases medias o medias-altas, tomando como indicador el nivel educativo de sus padres, que históricamente suele estar relacionado con otros indicadores socioeconómicos. Se encontró además que la

familia tiene un rol fundamental como soporte para la participación en este tipo de competencias, aspecto que de acuerdo a la literatura es un soporte importante para el logro de una carrera profesional exitosa (Cho y Lin, 2010).

Dicho lo anterior, importa también subrayar que entre los 54 olímpicos internacionales mexicanos entre 2000 y 2013 que respondieron la encuesta en línea, sólo 8 cursaron sus estudios de bachillerato en alguna de las instituciones privadas más caras del país. Si se toma en cuenta que el talento es uno de los activos repartidos más equitativamente en la sociedad, estos hallazgos sugieren dos conclusiones preliminares. Primero, enfatizan la dificultad que implica para los estudiantes talentosos de medios desfavorecidos la participación en eventos como las olimpiadas de matemáticas, particularmente tomando en cuenta el proceso de preparación. Es decir, a igual talento matemático potencial, la probabilidad de que un alumno de bajos recursos acceda a altos niveles de competencia en olimpiadas matemáticas es mucho más reducida que la de un alumno con recursos económicos más elevados (Heredia y Franco, 2014). De ahí la importancia de la intervención del Estado como un agente que equilibre las posibilidades de detectar y desarrollar el talento sin importar el origen socioeconómico.

Con respecto al papel de las olimpiadas en el desarrollo del talento, resulta evidente con base en los resultados encontrados, que el apoyo y reconocimiento que han recibido los olímpicos durante su preparación y participación olimpiadas han sido fundamentales. Sin embargo, la investigación dio cuenta de la importancia de las motivaciones personales (factores socio-emocionales tales como: gusto por la competencia, perseverancia y disciplina), que juegan un papel esencial para el éxito en este tipo de eventos. Las olimpiadas proponen una plataforma para alcanzar ciertas metas, que en algún momento del presente son asumidas como propias, más allá de la pertenencia a una representación estatal o nacional. Dentro de esta plataforma, los jóvenes encuentran un proceso de identificación con sus pares, así como un espacio para su preparación, un espacio que apoya e incentiva la participación, pero que no es suficiente si no se tiene una clara motivación personal. En este sentido y pensando en una política pública de apoyo al talento y en general de fortalecimiento a la enseñanza de disciplinas científicas como la matemática, resultaría clave incluir en los procesos tanto de detección como de enriquecimiento y potenciación no sólo factores de carácter cognitivo, sino también elementos socio-emocionales. En concreto, diseñar estrategias que ofrezcan plataformas y actividades que motiven al esfuerzo de los alumnos. En el caso de las alumnas con poca participación, vale la pena profundizar en las causas que llevan al desequilibrio en su participación, mediante la exploración de algunas de las explicaciones que emergieron en nuestro estudio,

como es el poco interés que suelen mostrar en actividades que implican competencia con otros.

Por otro lado, los indicadores que arrojan los instrumentos aplicados a los olímpicos que participaron en el trabajo de campo, apuntan hacia trayectorias exitosas, tanto desde el punto de vista académico como profesional. Con respecto a la primera dimensión, todos los olímpicos que terminaron el bachillerato ingresaron a una carrera universitaria. Además, si bien en los últimos años algunos olímpicos han accedido a universidades de alto prestigio internacional desde la licenciatura, se trata un fenómeno más extendido en el nivel de posgrado. Los destinos profesionales apuntan a trayectorias consolidadas particularmente en el ámbito académico, y más en específico relacionados con las matemáticas. Desde un punto de vista de esta disciplina, este hallazgo representaría que dentro de los cuerpos académicos se puede tener la certeza de contar con investigadores de alto nivel, que han desarrollado habilidades matemáticas desde edades tempranas, y que seguramente han hecho y harán contribuciones importantes a su campo disciplinar. En este sentido, la participación en olimpiadas internacionales de matemáticas implica el desarrollo de habilidades complejas en matemáticas, que encuentran su salida natural en la misma disciplina. Tal vez un reto consiste en involucrar a los olímpicos en otros campos disciplinares donde también son relevantes las matemáticas, como la economía, las finanzas, la informática o campos emergentes como el *big data*.

Consideramos que la ampliación de este estudio a un universo mayor de participantes en olimpiadas científicas podría arrojar luz sobre los factores que están favoreciendo o impidiendo el desarrollo del talento en México. Así, se podría contar con instrumentos de tipo cognitivo que midieran el desempeño de los concursantes a lo largo de su proceso de competición (por ejemplo síntesis de información o formulación y comunicación de preguntas), detectar las estrategias de resolución de problemas, medir su nivel de resiliencia o de tolerancia a la frustración, y explorar el papel que juegan las comunidades de aprendizaje o las nuevas tecnologías en este tipo de estudiantes destacados. Además, se podrían identificar algunas barreras relacionadas con la presión social que reciben los estudiantes a partir de la investigación de estudiantes que participaron en algún momento del proceso pero que no continuaron con las competencias.

Reconocimientos

Esta investigación se desarrolló dentro del marco del proyecto “Investigación de soporte para el Proyecto Talentum; Impulso al Talento Intelectual sobresaliente”, que contó con financiamiento del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Este

proyecto tiene la finalidad de profundizar en el análisis sobre la situación del talento intelectual en México y de generar insumos para fortalecer la política pública en la materia.

Referencias

- Applebaum, M., Kondratieva, M., y Freiman, V. (2012). *Gender-related issues in mathematical competitions: participation in the virtual mathematical marathon*. En 12th International Congress on Mathematical Education, COEX, Seoul, Korea. Recuperado el 27 de enero de 2017 de: http://www.math.mun.ca/~mkondra/papers/ICME12_paper.pdf
- Brody, L. E. (2005). The study of exceptional talent. *High Ability Studies* 16(1), 87-96.
- Bulajich, R. (2009). 50a Olimpiada Internacional de Matemáticas. *Boletín UNAM. Departamento de Matemáticas*, 286, 4.
- Cho, S. y Lin, C. (2010) Influence of Family Processes, Motivation, and Beliefs About Intelligence on Creative Problem Solving of Scientifically Talented Individuals, *Roeper Review*, 33(1), 46-58
- Campbell, J. R., y Walberg, H. J. (2010). Olympiad studies: Competitions provide alternatives to developing talents that serve national interests. *Roeper Review* 33(1), 8-17.
- Campbell, J.R. y Feng, A.X. 2010. Comparing adult productivity of American mathematics, chemistry, and physics Olympians with Terman's longitudinal study. *Roeper Review*, 33(1), 18-25.
- Campbell, J. R., y O'Connor-Petruso, S. A. (2008). National competitions help eradicate gender inequities in the gifted and talented. En European Council for High Ability Conference, Praga, República Checa. Recuperado el 27 de enero de 2017 de: http://www.olympiadprojects.com/v2/ECHA_AC.pdf
- Ellison, G., y Swanson, A. (2010). The gender gap in secondary school mathematics at high achievement levels: Evidence from the American Mathematics Competitions. *The Journal of Economic Perspectives*, 24(2), 109-128.
- González, R., Miguez, M., Toriz, A., Parga, L., y Luna, M. (1999). Estrategias para la igualdad de oportunidades de alumnas y alumnos en la escuela básica y media superior. *La tarea. Revista de Educación y Cultura* 15, 54-64.
- Heredia, B., y Franco, E. (2014). *La brecha de Talento en México y sus costos económicos*. Cuaderno PIPE No. 1. México D.F.: Centro de Investigación y Docencia Económicas.
- Koshy, V., Ernest, P., y Casey, R. (2009). Mathematically gifted and talented learners: theory and practice. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 40(2), 213-228.
- Krutetskii, V. A. (1976) *The Psychology of Mathematical Abilities in Schoolchildren*. Chicago, University of Chicago Press.
- Lengfelder, A., y Heller, K. A. (2002). German Olympiad studies: Findings from a retrospective evaluation and from in-depth interviews: Where have all the gifted females gone. *Journal of Research in Education* 12(1), 86-92.
- Meremikwu, A. N., Ekwueme, C. O., y Enuokoha, O. I. (2014). Gender pattern in participation and performance at mathematics olympiads. *Advances in Social Sciences Research Journal*, 1(8), 1-5.
- Nokelainen, P., Tirri, K., Campbell, J. R., y Walberg, H. (2007). Factors that contribute to or hinder academic productivity: Comparing two groups of most and least successful Olympians. *Educational Research and Evaluation*, 13(6), 483-500.

Portal Web OMM (2015). *Portal Web de la Olimpiada Mexicana de Matemáticas*. Recuperado el 24 de abril de 2015 de: www.ommenlinea.org

Portal Web IMO (2015). *Portal Web de la International Mathematical Olympiad*. Recuperado el 27 de abril de 2015 de: www.imo-official.org

Terman, L. M. (1954). Scientists and nonscientists in a group of 800 gifted men. *Psychological Monographs: General and Applied* 68(7), 1-44.

Tirri, K., y Nokelainen, P. (2010) The Influence of Self-Perception of Abilities and Attribution Styles on Academic Choices: Implications for Gifted Education, *Roeper Review*, 33(1), 26-32.

Anexos

Anexo 1: Ejemplos de problemas en las olimpiadas de matemáticas

En el Portal Web de la Olimpiada Mexicana de Matemáticas (<http://www.ommenlinea.org/>) existe una sección destinada a ofrecer materiales de preparación para los estudiantes (sección “Prepárate”). Ahí se pueden consultar tanto algunos problemas de entrenamiento en nivel introductorio y avanzando, como los exámenes de las competencias de diferentes años tanto para la etapa estatal como para la etapa nacional. A continuación, se ofrecen algunos ejemplos de problemas de la fase de entrenamiento introductorio (2013) y de problemas de los exámenes de las competencias de la etapa final Estatal y de la etapa final Nacional (2014).

Problemas introductorios para la 27° OMM 2013

- ▶ Problema 1. Si quiero comprar cuatro barras de chocolate en lugar de sólo una, debo pagar \$60 extra. ¿Cuál es el costo de cada barra de chocolate?
(a) \$20 (b) \$25 (c) \$30 (d) \$40 (e) \$50
- ▶ Problema 25. Los 30 cuentos de un libro tienen entre 1 y 30 páginas de extensión. El primer cuento empieza en la primera página. En el libro no hay páginas en blanco ni dos cuentos que compartan una página. Si no hay dos cuentos que tengan la misma extensión, ¿cuál es la mayor cantidad de cuentos que pueden comenzar en una página impar?
(a) 15 (b) 18 (c) 20 (d) 21 (e) 23
- ▶ Problema 57. ¿De cuantas maneras es posible acomodar los números del 1 al 10 de manera que del primero al séptimo vayan creciendo, que el séptimo sea mayor que el octavo, y que del octavo al décimo vayan creciendo otra vez? (Por ejemplo, una posibilidad es 1, 2, 3, 5, 6, 8, 10, 4, 7, 9.)

Etapa final Estatal 28° OMM 2014

1. El entero positivo n y el primo p cumplen que p no divide a $(3n)!$ pero sí divide a $(3n + 1)! + (3n + 2)!$.
Mostrar que 3 divide a $p - 1$.

4. Probar que si a, b, c y d son números reales positivos, entonces $4a^2 + 2b^4 + c^8 + d^8 \geq 8abcd$:
6. Un cuadrilátero cíclico $ABCD$ es tal que las cuerdas AD y BC son paralelas, $|AD| < |BC|$ y el centro del circuncírculo de $ABCD$ queda en el exterior del cuadrilátero. Sean E la intersección de las rectas AB y CD , F el pie de la altura de EBO en E y G la intersección de EF con BC . Demostrar que $AGOCE$ es cíclico.

Concurso Nacional 28° OMM 2014

1. Cada uno de los números del 1 al 4027 se ha coloreado de verde o de rojo. Cambiar el color de un número es pasarlo a verde si era rojo, y pasarlo a rojo si era verde.

Diremos que dos enteros positivos m y n son cuates si alguno de los números m/n o n/m es un número primo. Un *paso* consiste en elegir dos números que sean cuates y cambiar el color de cada uno de los números.

Muestra que después de realizar algunos pasos es posible hacer que todos los números del 1 al 2014 sean verdes.

4. Sea $ABCD$ un rectángulo con \sphericalangle diagonales AC y BD . Sean E el punto de intersección de la bisectriz del ángulo $\sphericalangle CAD$ con el segmento CD , F el punto sobre el segmento CD tal que E es el punto medio de DF y G el punto sobre la recta BC tal que $BG = AC$ (con C entre B y G).

Muestra que la circunferencia que pasa por D, F y G es tangente BG .

6. Para cada entero positivo n , sea $d(n)$ la cantidad de divisores positivos de n . Por ejemplo, los divisores positivos de 6 son 1, 2, 3 y 6, por lo que $d(6) = 4$. Encuentra todos los enteros positivos n tales que $n + d(n) = d(n)^2$.

Anexo 2: Cuestionario encuesta en línea

- I. Datos generales
 1. Fecha de nacimiento.
 2. Lugar de origen (País y Estado)
 3. Lugar donde resides (País y Estado).
 4. Nivel máximo de estudios de tu madre.
 5. Nivel máximo de estudios de tu padre.
 6. Nivel socio-económico de tu familia.
 7. ¿Hablas algún idioma distinto al español? En caso afirmativo, ¿cuál?
 8. ¿En cuál(es) olimpiada internacional de matemáticas participaste? Nombre y años.
 9. ¿Cuál es tu nivel de dominio del idioma inglés?
- II. Antes de las olimpiadas internacionales de matemáticas
 10. ¿Cuándo y cómo supiste que eras bueno(a) en matemáticas?
 11. ¿En qué concursos/competencias de matemáticas participaste antes de tu participación en olimpiadas internacionales de matemáticas? Indica nombre del concurso y lugar que obtuviste.
 12. ¿Cómo te enteraste de la existencia de olimpiadas internacionales de matemáticas?
 13. ¿Cómo surgió tu interés por participar en olimpiadas internacionales de matemáticas?
 14. ¿Qué factores contribuyeron a tu decisión de participar? (Ej. familiares, maestros, compañeros, convicción propia).
 15. ¿Hubo algún maestro/maestra que fuese especialmente importante en tu decisión de participar en olimpiadas internacionales de matemáticas?
 16. ¿Qué edad tenías cuando participaste?
 17. ¿En qué grado escolar estabas?
 18. ¿A qué escuela asistías en ese momento?
 19. ¿La escuela era pública o privada?
 20. ¿En qué estado de la república se encuentra la escuela?
 21. ¿Contabas con algún tipo de beca?
 22. En caso de responder sí, ¿qué tipo de beca?
 23. ¿Asististe a algún pre-escolar cuando eras niño? ¿Público o privado?
 24. ¿En qué tipo de escuela cursaste tu educación primaria? Nombre de la escuela, ciudad, estado y país en el que se encuentra, ¿pública o privada?
 25. ¿Dónde cursaste la secundaria? Nombre de la escuela, ciudad, estado y país en el que se encuentra, ¿pública o privada?
 26. ¿Tuviste algún tipo de beca durante la primaria y/o secundaria? En caso afirmativo, ¿qué tipo de beca?

III. Después de haber participado en olimpiadas internacionales de matemáticas

27. ¿Tu participación en olimpiadas te otorgó alguna ventaja o beneficio en relación con tus compañeros de clase?
28. ¿Haber participado en olimpiadas abrió nuevas oportunidades académicas o personales? ¿Cuáles?
29. ¿Recibiste alguna beca para continuar con tus estudios?
30. En caso de responder afirmativamente, ¿qué tipo de beca y cómo fue el contacto?
31. ¿Fuiste contactado personalmente por alguna institución académica?
32. En caso afirmativo, ¿qué institución te contactó y cómo fue el acercamiento?
33. ¿Alguna autoridad gubernamental y/o organización política tuvo acercamiento contigo?
34. En caso de responder sí ¿Qué autoridad u organización política tuvo contacto contigo y cómo fue el acercamiento?
35. ¿Te contactó alguna organización enfocada a impulsar estudiantes destacados?
36. En caso de responder afirmativamente, ¿qué organización te contactó y cómo fue el acercamiento?
37. ¿Consideras que tu desempeño académico mejoró? ¿Por qué?
38. ¿Tu motivación con relación a la escuela se incrementó a raíz de tu participación en la OIM? ¿Por qué?

IV. Situación actual

39. ¿Has concluido con tus estudios de nivel bachillerato?
40. En caso de responder sí, ¿cuál fue tu promedio final y en qué lugar de tu generación te ubicaste por promedio final?
41. En caso de responder no, ¿cuándo concluyes tus estudios y cuál es tu promedio general hasta la fecha?
42. ¿Ingresaste o estas cursando una carrera profesional?
43. En caso de responder sí, ¿a qué institución académica y cuándo ingresaste, qué carrera escogiste y cuál es tu promedio actual?
44. ¿Cuentas con algún apoyo económico (beca) para tus estudios profesionales?
45. ¿Planeas realizar estudios de posgrado?
46. En caso de responder sí, ¿en qué área de conocimiento y en cuál universidad?
47. ¿Cuál es tu ocupación actual?
48. ¿Trabajas o has trabajado? En caso de responder afirmativo ¿dónde has trabajado y qué actividades desempeñabas?
49. ¿Les recomendarías a otros estudiantes participar en olimpiadas internacionales de matemáticas?

Anexo 3: Guion del grupo de discusión

El desarrollo del grupo de discusión se dio a partir de las siguientes preguntas. El orden de las mismas no fue necesariamente el que se presenta aquí, ya que se adaptó en función a la evolución de la discusión.

Primer bloque

1. ¿Cómo se dieron cuenta de que eran buenos(as) en matemáticas?
2. ¿Cómo era el ambiente en su casa con relación a las matemáticas?
3. ¿Qué factores contribuyeron a su decisión de participar en las olimpiadas? (Ej. familiares, maestros, compañeros, convicción propia)
4. ¿Hubo algún maestro/maestra que fuese especialmente importante en su decisión de participar en olimpiadas internacionales de matemáticas?
5. ¿Consideran que para la escuela donde estudiaban era importante el apoyo del talento matemático sobresaliente? ¿Había el mismo apoyo para hombres que para mujeres?
6. ¿Haber participado en la olimpiada les abrió nuevas oportunidades académicas o personales? ¿Cuáles?
7. Después de las olimpiadas internacionales de matemáticas ¿Recibieron alguna beca para continuar con sus estudios? ¿Cómo fue el proceso de selección y seguimiento de la beca?
8. ¿Consideran que su desempeño académico mejoró? ¿Por qué?
9. En el caso de aquellos que ya tiene experiencia profesional, ¿qué tipo de ventajas les aportó haber participado en olimpiadas internacionales de matemáticas?

Segundo bloque

1. ¿Qué opinan sobre la importancia que la política pública y la sociedad mexicana le otorgan al talento intelectual sobresaliente?
2. ¿Los apoyos que han recibido los participantes en olimpiadas han sido suficientes para su desarrollo?
3. ¿Qué tipo de apoyos piensan que pueden ser de utilidad para potenciar el talento sobresaliente más allá de la participación en olimpiadas de matemáticas?
4. ¿Cómo hacer atractivo el fomento de los talentos sobresalientes en los estudiantes mexicanos?

Anexo 4: Guión para las entrevistas semiestructuradas

Las entrevistas semiestructuradas se realizaron en función de las siguientes preguntas guía. En una entrevista semiestructurada se permite que el entrevistado elabore sus respuestas de manera más o menos libre. En este sentido, el orden de las preguntas se va adaptando a las respuestas que se reciben.

- ▶ Situación actual:
 - ¿Estudias o trabajas?
 - ¿Qué estudias/estudiaste? ¿Dónde? Reconstruir trayectoria educativa
 - ¿En qué trabajas/has trabajado? ¿Dónde? Reconstruir trayectoria laboral
- ▶ ¿Cómo te diste cuenta que eras bueno en matemáticas?
- ▶ ¿Hubo alguna persona que te haya impulsado a participar en concursos de matemáticas? Profundizar según sea el caso: familiar, profesor, otros.
- ▶ ¿Cómo fue tu experiencia durante el proceso de preparación y competencia en las olimpiadas? Relacionarlo con:
 - Motivación
 - Relación con otros compañeros
 - Vivencia del éxito/fracaso
- ▶ ¿Qué resultados paralelos a las medallas obtuviste a partir de la participación en olimpiadas de matemáticas? Indagar sobre:
 - Ventajas en el ámbito académicos
 - Oportunidades profesionales
 - Vivencias personales y/o familiares
- ▶ ¿Qué opinas sobre el apoyo que recibiste durante el proceso de competición en olimpiadas de matemáticas? ¿Fue suficiente? ¿Qué hizo falta? ¿Qué cambiarías o qué dejarías igual?

Problemáticas relacionadas con la acreditación de la calidad de la educación superior en América Latina

Jorge E. Martínez Iñiguez
Universidad Autónoma de Baja California, México
Sergio Tobón
Centro Universitario CIFE, México
Aarón Romero Sandoval
Universidad Autónoma de Baja California, México

Resumen

El propósito fue analizar algunas problemáticas que enfrenta la educación superior en América Latina al llevar a cabo procesos de acreditación de la calidad. Para ello, se realizó una investigación documental, en donde cada problemática se estableció como una categoría de análisis. Los principales resultados fueron: se tienen modelos de acreditación centrados en lo administrativo y no en el desempeño; los procesos de acreditación tienden a ser una simulación; se incrementa el aparato burocrático con la acreditación; falta participación real de la comunidad educativa; falta mayor credibilidad en los organismos acreditadores; se plantea que se trabaja por competencias pero las prácticas educativas son por contenidos; y falta una visión compartida en torno a la acreditación como proceso de innovación y de transformación de las personas y comunidades acorde con los retos de la sociedad del conocimiento. En conclusión, se sugieren nuevos estudios que profundicen el análisis de estas problemáticas y que ayuden a cambiar los actuales procesos de acreditación.

Palabras clave

Acreditación, América Latina, calidad, educación superior, instituciones de educación superior.

Problems related with the quality accreditation of higher education in Latin America

Abstract

The objective of this paper is to analyze the problems faced by higher education in Latin America in terms of quality accreditation. To this end, documentary research was done, in which each difficulty was established as a category for analysis. The main results were the following: models of accreditation are centered on administrative processes and not on performance; the accreditation processes tend to be a simulation; the bureaucratic structure increases with accreditation; there is a lack of real participation from the educational community; there is a lack of greater credibility among the accrediting organizations; it is claimed that work is based on skills, but the educational practices are based on content; and there is a lack of a shared vision in terms of accreditation as a process for innovation and transformation of people and communities in accordance with

Keywords

Accreditation, higher education, institutions of higher education, Latin America, quality.

Recibido: 20/05/2016

Aceptado: 06/09/2016

the challenges of knowledge societies. In conclusion, new studies are recommended to analyze these problems more in depth and that could help change the current accreditation processes.

Introducción

La acreditación de la educación, y en especial, la acreditación de la educación superior, es una tendencia mundial (Acosta *et al.*, 2014; Tünnermann, 2008). Al respecto, Mondragón (2006) señala que surgió debido a factores relacionados con el crecimiento y expansión del servicio educativo a partir de la década de 1960; sin embargo, es a finales de la década de 1980 y en el transcurso de la siguiente década cuando los gobiernos de los países en América Latina prestan interés sobre la temática de la calidad educativa en el nivel superior y, al mismo tiempo, buscan rendir cuentas sobre el ejercicio del gasto público asignado en relación con el desempeño académico de las instituciones de educación superior (IES) (Claverie, González y Pérez, 2008; Herrera y Aguilar, 2009). Lo anterior, como respuesta a las demandas planteadas por la globalización y por el orden económico neoliberal (Dávila, 2008; López, 2003).

En cuanto a su definición, la acreditación es entendida como un proceso voluntario por medio del cual una institución educativa se somete a la opinión de un organismo externo, con la intención de obtener un reconocimiento público de la calidad de su quehacer educativo (Egidio y Haug, 2006; Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2009), pudiéndose aplicar tanto a las instituciones, como a los programas educativos (Pires y Lemaitre, 2008). Por lo regular, el proceso a seguir inicia con la autoevaluación institucional, seguido por la evaluación y opinión que realizan pares académicos externos a la institución educativa, y se finaliza con el informe de resultados sobre la acreditación de la calidad educativa (Contreras, 2012; Medina, 2011).

Siguiendo este modelo, es en la última década del siglo pasado cuando se observa con mayor claridad la constitución de organismos externos encargados de evaluar y acreditar la calidad educativa en la educación superior (De la Garza, 2008; Salas, 2013; Villanueva, 2010). Actualmente, dichos procesos se dan mediante organismos públicos, privados o de naturaleza mixta, tanto de orden nacional como internacional (Egidio y Haug, 2006). Lo anterior, demuestra que el tema de la calidad es de gran relevancia y se encuentra inscrita en las políticas educativas de diversos países en América Latina (Bellei, 2013; Buendía, 2011a; Dias, 2008), razón por la que las IES se encuentran sometiéndose a rigurosos procesos de evaluación y acreditación de su calidad a través de distintos organismos externos (Alzate-Medina, 2008; Pires y Lemaitre, 2008).

Al respecto, autores como Medina (2011) y Mondragón (2006), señalan que las políticas educativas en materia de educación superior siguen las recomendaciones emitidas por organismos internacionales, tales como: la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), el Banco Mundial (BM) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), entre otros organismos que buscan que la educación se adapte a las exigencias planteadas por la sociedad. Dicha situación, obedece a que la educación superior tiene el reto de gestionar el talento humano necesario para responder a lo planteado por la sociedad del conocimiento. De ahí que el presupuesto asignado a las instituciones de educación superior (IES) de carácter oficial está condicionado, cada vez más, por los resultados obtenidos en las evaluaciones efectuadas por parte de organismos externos.

Para brindar garantía de los procesos educativos, las IES están recurriendo a la acreditación de la calidad ante organismos externos; sin embargo, aunque en determinados casos esto ha contribuido a mejorar la formación de los estudiantes y el desempeño en proyectos sociales y científicos, se tiende a abordar desde lo administrativo (Buendía, 2011b; Rangel, 2010), sin tocar la transformación de los procesos curriculares, las prácticas de aprendizaje, la evaluación, ni el emprendimiento de proyectos sociales. Además, se presentan problemas tales como: la simulación en los procesos de acreditación (Buendía, 2013; Ibarra, 2009; Rangel, 2010); el incremento del aparato burocrático dentro de las IES (Buendía, 2011b, 2013; Rangel, 2010); la poca participación de los miembros de la comunidad educativa en los procesos de acreditación (Ovando, Elizondo y Grajales, 2015; Tobón *et al.*, 2006; Urbano, 2007); la falta de credibilidad en los organismos externos (Buendía, 2011b; Galaz, 2014; Uribe, 2013); la falta de aplicación del currículo por competencias (Moreno, 2010); y la ausencia de impacto respecto a los fines de la universidad (Casillas, Ortega y Ortiz, 2015; Corona, 2014; Villavicencio, 2012). Por ende, es preciso estudiar estas problemáticas con el fin de implementar mejoras continuas en los procesos académicos que lleven a formar profesionales que estén en condiciones de afrontar los retos actuales y futuros de la sociedad, la ciencia, la tecnología y las organizaciones, algo que casi no está ocurriendo en las universidades acreditadas.

Tomando en cuenta lo anterior, el propósito del presente artículo es presentar un análisis de las principales problemáticas que enfrenta la educación superior en América Latina al llevar a cabo procesos de acreditación de la calidad, con la intención de promover su efectivo aseguramiento a través de una cultura institucional, donde no es suficiente lograr la acreditación, sino que el reto es generar una verdadera transformación de las prácticas

educativas centradas en contenidos y tener impacto en investigación, tecnología y resolución de los problemas sociales. Para ello, se presenta un estudio documental sobre la temática, y así contar con elementos claros que orienten nuevas investigaciones y fomente la participación de los miembros de la comunidad educativa en este proceso.

Metodología

Tipo de estudio

Se llevó a cabo una investigación de carácter cualitativo sobre las problemáticas relacionadas con la acreditación de la educación superior en América Latina. Lo anterior, por medio de una investigación documental (Arias, 1999) a partir de la revisión bibliográfica sobre lo que se ha investigado, escrito y publicado por parte de diferentes autores en relación con el tema (Del Cid, Méndez y Sandoval, 2011). Para esto, se llevó a cabo la búsqueda y selección de artículos y libros mediante Google Académico. El análisis de la información se hizo mediante la técnica del fichaje, la cual consiste en extraer segmentos de información recabada de diversas fuentes.

Criterios para la selección de los documentos

Los criterios para llevar a cabo la selección de los documentos fueron: 1) los libros debían contener autor, año, título y editorial; 2) los artículos debían ser de revistas arbitradas y/o indizadas, con autor, año, título del artículo, nombre de la revista y número; 3) en el caso de otros documentos, estos debían contener autor, título y año; 4) los documentos debían hablar de forma directa o indirecta de la acreditación o de alguna problemática existente en torno al proceso.

Categorías de análisis

De acuerdo con los documentos revisados, se detectaron las principales problemáticas que enfrentan las IES en los procesos de acreditación de la calidad; de esta forma, cada problemática se consideró una categoría de análisis:

- ▶ Problemas respecto a la metodología y modelo general de la acreditación.
- ▶ Problemas de la acreditación por la simulación en los procesos.
- ▶ Problemas de la acreditación por el incremento del aparato burocrático en las IES.
- ▶ Problemas de la acreditación en torno al grado de participación de los miembros de la comunidad educativa de las IES.

- ▶ Problemas de la acreditación en torno a la credibilidad en los organismos externos.
- ▶ Problemas de la acreditación en torno a la aplicación del currículo por competencias en las IES.
- ▶ Problemas de la acreditación en torno a la finalidad de las IES.

Resultados

Problemas respecto a la metodología y el modelo general de acreditación

La metodología y el modelo de acreditación de las IES tiende a enfocarse demasiado en los procesos administrativos (Buendía, 2011b; Rangel, 2010). Al respecto, Buendía (2011b) señala que las IES han incorporado herramientas de la gestión empresarial para tener mayor transparencia en lo que hacen buscando demostrar el cumplimiento de actividades, pero se ha descuidado la evaluación del desempeño en la formación de profesionales y el cambio social (Buendía, 2011b; Salas, 2013). Lo anterior, se aprecia en los indicadores e instrumentos de organismos acreditadores en América Latina, como es el caso del Consejo para la Acreditación de la Educación Superior (COPAES), el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), la Federación de Instituciones Mexicanas Particulares de Educación Superior (FIMPES) en México; el Sistema Hondureño de Acreditación de la Calidad de la Educación Superior en Honduras; el Consejo Nacional de Evaluación y Acreditación del Sistema Educativo Nacional (CNEA) en Nicaragua; el Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior (SINAES) en Costa Rica; el Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad en la Educación Superior (CEAACES) en Ecuador; la Comisión Nacional de Acreditación (CNA) en Colombia; la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU) en Argentina, por mencionar algunos organismos acreditadores que en América Latina se enfocan más en lo administrativo que en evaluar el impacto en el entorno.

De igual forma, hay ejemplos puntuales que describen la importancia y ventajas de realizar procesos de evaluación y acreditación de la calidad de instituciones y programas educativos en América Latina (Acosta *et al.*, 2014; Alzate-Medina, 2008; Arcos, 2009; Casas y Olivas, 2011; Lemaitre *et al.*, 2012). Sin embargo, si se quiere impulsar un sistema de mejora continua y la implementación de una verdadera cultura de calidad en las IES que implique la transformación de las condiciones sociales, es necesario, como señalan Martínez, Mateo y Reyes (2011), incorporar cambios en los sistemas de acreditación, buscando que se centren más en el desempeño de las universidades, las unidades académicas,

los programas y los diferentes actores (estudiantes, docentes y directivos), y menos en tareas procedimentales, de tal manera que contribuyan a cambiar las prácticas educativas tradicionales centradas en contenidos y en la fragmentación de las asignaturas. Así mismo, los organismos acreditadores deben propiciar procesos que faciliten la evaluación de carácter formativo, en donde las IES deben verificar el cumplimiento de su misión, visión y objetivos (Arcos, 2009).

Ante esto, los indicadores que establecen los organismos acreditadores además de enfocarse en procesos y procedimientos, deben de acompañarse de evidencias puntuales que describan resultados significativos de las IES (Herrera y Aguilar, 2009), como disminución de la deserción, aumento de la eficiencia terminal, logro del perfil de egreso, grado de empleo de los egresados, proyectos de emprendimiento, proyectos de innovación, patentes, publicación de artículos en revistas indexadas en SCOPUS, WoS, etc., ya que esto sí tendría impacto en las funciones sustantivas de las universidades. Así, se evaluaría con mayor claridad y rigurosidad la calidad, para que no se presente el caso de universidades que logran la acreditación, pero poseen prácticas educativas descontextualizadas y su nivel de innovación e investigación es muy bajo. De esta manera, se tendría información para incidir en la mejora real de los procesos y tomar decisiones en el núcleo de las comunidades educativas sobre las acciones que deben ser emprendidas para mejorar el desempeño (Carot, 2012; Salas, 2013).

Problemas de la acreditación por la simulación en los procesos de evaluación

Es una realidad que, para obtener recursos públicos, las IES deben buscar la acreditación de su calidad; sin embargo, se observa que, en pleno ejercicio de la evaluación, los actores involucrados recaen en la simulación de procesos con la intención de presentar indicadores que reflejen una buena calidad por parte de la institución educativa, acomodando los documentos con lo esperado, sin que sean reales (Rangel, 2010). Dichas acciones no correctas por parte de las IES lo que han demostrado es que muchas veces lo importante es el obtener fuentes de financiamiento y un prestigio ante la mirada de la sociedad (Buendía, 2013), dejando a un lado las prácticas reflexivas del quehacer educativo, las cuales son necesarias para la detección de fortalezas y debilidades que conllevan a la implementación de un plan de mejora de la calidad.

La simulación tiende a darse respecto a procesos académicos tales como: 1) productividad académica, colocando como publicaciones la presentación de conferencias, ponencias y charlas en diversos eventos; 2) recogiendo evidencias a último momento, como listas de asistencia, asistencia a eventos, organización de eventos, aplicación de encuestas a los estudiantes, otorgamiento

de becas, etc.; 3) contratación de investigadores de alto nivel solo para demostrar que se tiene y mejorar los índices de publicaciones y de talento humano especializado; 4) eliminación de datos negativos para no afectar los índices de deserción o eficiencia terminal. Otras veces no se simula, sino que la información que se presenta no está asociada a procesos de calidad (Gregorutti y Bon, 2013; Ibarra, 2009). Por ejemplo, tener una baja tasa de deserción no significa que se posea un excelente sistema de formación en las IES.

Para Salas (2013), la acreditación de la calidad por parte de organismos externos no es solamente cumplir con indicadores, objetivos y metas; por el contrario, señala el autor que esta debe ser entendida como un conjunto de herramientas de gestión que permitan obtener información confiable que conduzca a la toma de decisiones que conlleven a mejorar la calidad educativa de las IES. Ante esto, es necesario que las actividades encaminadas a la acreditación de la calidad que se realizan en las instituciones no se centren tanto en aspectos cuantitativos, sino en productos reales de formación, investigación y extensión, los cuales deben describir lo realizado para ofrecer una educación de calidad acorde con lo esperado por la sociedad del conocimiento.

Problemas de la acreditación por el incremento del aparato burocrático en las IES

Con la intención de buscar acreditar la calidad educativa, dentro de la estructura de las IES se han creado áreas encargadas de llevar a cabo los procesos de evaluación y seguimiento de la calidad. Al respecto, Buendía (2011b, 2013) señala que, con esta burocratización, lo que se ha observado es una desarticulación entre los aspectos académicos y los administrativos, en donde los resultados obtenidos en procesos de evaluación no son comunicados a toda la comunidad educativa de las IES. Esto se debe, en parte, a la falta de tiempo de los responsables de la autoevaluación por la gran cantidad de formatos que deben completar para la acreditación (Ovando, Elizondo y Grajales, 2015; Villavicencio, 2012). También puede deberse al propósito de no presentar información que afecte la imagen de la institución.

Actualmente, se puede observar que el discurso de la evaluación ha tomado un papel netamente administrativo, y esto se está viendo dentro de las instituciones educativas como un sinónimo de acreditación (Rangel, 2010). Al respecto, Silva (2007) menciona que la evaluación es de suma importancia para conocer el quehacer educativo, pero es necesaria la comunicación entre los actores de la comunidad educativa para conjugar intereses. Lo anterior, se debe a que muchas prácticas relacionadas con la acreditación de la calidad adoptan un enfoque netamente informativo y no formativo (Cervera, Martí y Ríos, 2014), por lo que es necesario fusionar los aspectos administrativos con los pedagógicos,

ya que la acreditación de las IES debe ser un proceso integral, en donde se debe tomar en cuenta la experiencia de cada miembro de la comunidad educativa (Ibarra, 2009).

Problemas de la acreditación en torno al grado de participación de los miembros de la comunidad educativa de las IES

A nivel internacional, para diversos organismos externos encargados de acreditar la calidad de la educación en las IES, un momento de suma importancia es cuando se propicia la participación y reflexión de todos los miembros de la comunidad educativa en la evaluación (González *et al.*, 2004; Pires y Lemaitre, 2008) y en el empoderamiento en torno a la calidad. Sin embargo, muchas veces los modelos de acreditación en Latinoamérica no establecen con indicadores puntuales la participación de todos los actores educativos en la cultura de la calidad, por lo cual este proceso termina siendo dirigido por una sola persona o equipo (Urbano, 2007). Aunado a esto, las IES carecen en muchos casos de políticas institucionales que fomenten la participación de los diferentes actores en el mejoramiento de la calidad educativa (Ovando, Elizondo y Grajales, 2015).

Tomando en cuenta este contexto, las IES deben cambiar el abordaje de la evaluación y la acreditación, para que deje de estar en un único actor y contemple las contribuciones de toda la comunidad en un marco de trabajo coordinado y colaborativo considerando el modelo educativo, los planes y programas de estudio, las prácticas docentes, el proceso de evaluación, la investigación y la extensión, entre otros componentes (Tobón, 2012, 2013a, 2013b; Tobón *et al.*, 2015; Tobón, Pimienta y García, 2016). En este orden de ideas, debe involucrarse a los docentes como protagonistas de este proceso, ya que no puede haber calidad académica si las prácticas en el aula continúan centradas en formar para la sociedad feudal o industrial, y no para la sociedad del conocimiento (Gómez, Zamora y Torres, 2014).

Problemas de la acreditación en torno a la credibilidad en los organismos externos

No hay duda de la confianza que han depositado los países de Latinoamérica en los diversos organismos encargados de acreditar la calidad de las IES (Tünnermann, 2008); sin embargo, en la práctica, los procesos que se llevan a cabo no necesariamente son sinónimo de calidad educativa, y menos cuando no se considera el impacto en las funciones sustantivas de las universidades (Gregorutti y Bon, 2013). Por lo anterior, hay quienes han cuestionado la credibilidad en los procesos de evaluación y acreditación que realizan los organismos externos por múltiples causas, como: 1) los procesos son extensos y descontextualizados (Uribe, 2013); 2) no se evalúan productos de desempeño; 3) falta ética y transparencia en los procesos de evaluación (Galaz, 2014; Men-

doza, 2003); 4) se quedan en completar muchos formatos; y 5) las evaluaciones son complicadas y caen demasiado en lo formal.

Los organismos acreditadores deberían tener un proceso de formación en lo que significa calidad educativa, para que no solo se dediquen a llevar una lista de cotejo de las actividades realizadas en las instituciones, sino que realmente evalúen el impacto en la formación de ciudadanos, la productividad en investigación, el desarrollo tecnológico y el emprendimiento para mejorar las condiciones de vida de la sociedad, con indicadores y metodologías concretas que les posibilite brindar una retroalimentación para que las IES mejoren continuamente en este ámbito, lo cual actualmente casi no se da. Deben tener, entonces, departamentos de investigación educativa que ayuden a determinar y evaluar los ejes esenciales de la calidad educativa.

Problemas de la acreditación en torno a la aplicación del currículo por competencias en las IES

El cambio de la sociedad industrial y de la información a la sociedad del conocimiento ha implicado que las IES comiencen a buscar nuevas alternativas para gestionar el currículo y orientar la formación y evaluación del aprendizaje (Barrón, 2005). Es así como muchas IES han adoptado el enfoque de competencias (al menos como propósito), lo cual también ha estado ocurriendo con diversos organismos de acreditación de la calidad de la educación superior en Latinoamérica (Barrón, Chehaybar *et al.*, 2010), como sucede en México, Colombia y Chile, quienes cada vez valoran mejor el que se siga este enfoque y por ello han retomado algunos elementos para orientar los indicadores de evaluación, tales como el estudio del contexto y la construcción de los perfiles de egreso. Sin embargo, en la realidad, muchas universidades vienen abordando las competencias como una cuestión de actualización del plan de estudios y no como una transformación de las prácticas de aprendizaje y de evaluación articuladas a cambios profundos en la gestión directiva y administrativa, que lleven a un mayor impacto en la ciencia y los proyectos de vinculación con la sociedad. A continuación, se señalan un conjunto de problemas relacionados con la aplicación del currículo por competencias en las IES, asociados a los indicadores de los organismos acreditadores.

- ▶ **Hay poca formación de los diferentes actores en currículo, didáctica y evaluación por competencias.** Muchas IES han adoptado en su modelo educativo las competencias, pero, en general, no se han brindado los suficientes espacios y procesos de análisis, discusión y formación en este enfoque con los diversos actores (directivos, docentes, estudiantes y comunidad). Es por ello que, aunque el concepto de competencias se emplee cada vez con mayor

frecuencia en las universidades, en la práctica a los diferentes actores les falta dominio, criterio y visión compartida (Díaz-Barriga, 2010; Tovar y Sarmiento, 2011) en torno a los antecedentes, características, estrategias y procesos de implementación de esta perspectiva. A veces, se tienen cursos de capacitación para docentes, pero se quedan en lo teórico o procedimental, sin análisis crítico o espacio para plantear propuestas creativas de cambio de los procesos de aprendizaje y evaluación. Además, se tienden a abordar las competencias sin un análisis previo en torno a las diferentes propuestas que hay para implementarlas, con lo cual muchas veces se abordan con planteamientos enfocados más al mundo del trabajo, como es el caso del enfoque funcionalista, y el currículo termina siendo una respuesta a lo que demandan los empresarios, dejando de lado el papel transformador de la universidad. Al respecto, es importante anotar que en Latinoamérica se viene proponiendo una alternativa al funcionalismo, como es la socioformación, perspectiva surgida en el 2002 (Tobón, 2002) que busca que las universidades transformen sus procesos curriculares hacia la formación de personas con un sólido proyecto ético de vida que contribuyan a mejorar las condiciones de vida en la comunidad y a transformar las organizaciones y empresas en torno a los retos de la sociedad del conocimiento. En esta propuesta se busca que el aprendizaje y la evaluación se orienten a identificar, interpretar, argumentar y resolver problemas del contexto mediante la colaboración, con articulación de diferentes saberes a partir del pensamiento crítico y sistémico, donde la prioridad no está en tener un plan de estudios por competencias sino en realizar proyectos que tengan impacto en el desarrollo de las personas, la convivencia, la calidad de vida y la producción basada en la sustentabilidad ambiental, mediante el análisis, el debate y la formación continua de todos los actores.

- ▶ **El currículo por competencias se tiende a quedar en el papel, con mucha planeación, pero poca ejecución.** Es muy frecuente encontrar que las universidades comienzan a actualizar sus planes de estudios integrando las competencias en el análisis del contexto, el perfil de egreso y el mapa curricular, sin embargo, las prácticas de gestión organizacional y de aprendizaje continúan enfocadas en contenidos y la fragmentación de las asignaturas. Es por ello que el currículo por competencias no se ha convertido en un verdadero modelo de cambio (Moreno, 2010). Muchos organismos acreditadores se quedan en la verificación de lo documental y esto contribuye más a mantener las mismas prácticas, sin generar cambios profundos.

Rara vez se analiza en qué medida las universidades están teniendo impacto en el logro del perfil de egreso; o qué conocimientos nuevos se están produciendo para ayudar a transformar la sociedad o el sistema productivo, y no solamente contar el número de artículos; tampoco se evalúa de manera sistemática la apropiación por parte de los directivos y de los docentes de esta perspectiva, y los resultados en la formación integral de los estudiantes. Es necesario el establecimiento de acciones puntuales que permitan la innovación curricular, su implementación, evaluación y seguimiento (Díaz-Barriga, 2010), que trasciendan el papel y transformen las prácticas de formación como también la dirección y gestión de las universidades.

- ▶ **Las planeaciones curriculares y didácticas tienden a ser muy detalladas, con muchos componentes y formalidad, sin dejar espacio para la flexibilidad y la adaptación a los cambios, lo cual termina desmotivando a los directivos y docentes.** Las universidades están adoptando el enfoque de competencias incorporando elementos en el currículo y la planeación didáctica de múltiples propuestas (funcionalismo, constructivismo, socioconstructivismo, etc.), pero sin articulación sistémica y buscando que no se quede nada por fuera. Esto está llevando a que la planeación sea muy detallada y formal, con lo cual se tiene una excelente valoración de los organismos acreditadores (y hasta de investigadores en currículo) pero baja aplicación en las aulas por su rigidez y complicaciones. Esto está convirtiendo a las universidades en instituciones de papel, donde se dificulta la evaluación formativa de los docentes (Jiménez, González y Hernández, 2011; Moreno, 2010). Al respecto, la socioformación es una alternativa diferente que se basa en abordar los ejes esenciales para trabajar con problemas y gestionar el conocimiento, en el marco de la sencillez y la flexibilidad (García, Tobón y López, 2010), lo cual es debido a que parte de las contribuciones y experiencias de los mismos docentes.
- ▶ **Se continúan prácticas tradicionales dentro del currículo.** Aunque muchas universidades han tomado la opción del enfoque de competencias, todavía es muy común que continúen con prácticas tradicionales tales como: 1) énfasis en la transmisión de conocimientos; 2) poca articulación entre las áreas; 3) falta de trabajo colaborativo entre las autoridades, docentes y estudiantes; 4) poca relación entre la teoría y la práctica; 5) aislamiento entre la docencia, la investigación y la extensión; y 6) falta de participación de los diferentes actores en la gestión e implementación curricular (Moreno, 2010; Hernández, Tobón y Vázquez, 2015). No es suficiente seguir un enfoque, es preciso que este sea

apropiado para que se implemente, con base en el análisis crítico, la revisión de experiencias y el trabajo coordinado entre todos los actores, buscando generar una visión compartida que se describa en el modelo educativo de la institución. Esto debe acompañarse de estrategias didácticas puntuales como el trabajo con proyectos formativos, la cartografía conceptual, los sociodramas, la investigación acción educativa, etc. Así, podría esperarse en el futuro que la calidad universitaria no sea el simple cumplimiento de metas e indicadores en torno a procesos administrativos (Salas, 2013), sino que se refleje también la innovación para responder a los retos sociales y la formación de ciudadanos éticos y colaborativos.

Problemas de la acreditación en torno a la finalidad de las IES

Las IES juegan un papel fundamental en el desarrollo de la sociedad (Alvarado, 2009; Barrón, 2005), razón por la que tienen la misión de formar el talento humano que requiere la sociedad del conocimiento, la cual presenta diferentes desafíos derivados de los cambios sociales, económicos y políticos que han obligado a la educación a realizar modificaciones en su organización y funcionamiento (Munive, 2007). No hay que olvidar que la educación es considerada en la actualidad como un instrumento para el progreso de la misma humanidad, siendo necesario que se base en los cuatro pilares que señaló Delors (1996): aprender a conocer (aprender a aprender a lo largo de la vida); aprender a hacer (afrontar las situaciones y problemas con procedimientos y técnicas); aprender a vivir juntos (desarrollar la comprensión de los demás, realizar proyectos comunes y resolver los conflictos); y aprender a ser (posibilitar la actuación con autonomía y fortalecer la personalidad).

Este proceso de formación integral se ha desvirtuado, en gran medida, por el incremento de la matrícula de alumnos en el nivel superior y el aumento descontrolado del número de IES, sobre todo las de carácter privado (Parra, 2010; Pires y Lemaitre, 2008). Al respecto, Casillas, Ortega y Ortiz (2015) mencionan que en la actualidad se ha ofrecido el derecho a la educación superior, sin que necesariamente ésta sea de calidad. Tomando en cuenta esto, las IES han recurrido a la acreditación de la calidad con la intención de contar con el prestigio de su accionar, así como con un elemento que les permita brindar publicidad de su labor educativa, por lo que al momento de buscar su acreditación, únicamente se enfocan en cumplir con lo estipulado por parte de los organismos externos encargados de dicha labor (Corona, 2014), los cuales abordan muy poco los saberes propuestos por Delors. Es necesario avanzar hacia una visión compartida de la calidad académica, que aborde la relación con la sociedad (Contreras, 2012) y promueva la transformación de las comunidades (Villavicencio,

2012), con el fin de generar un cambio en los procesos de acreditación en Latinoamérica.

Discusión

Por medio del estudio documental llevado a cabo, se puede observar que la evaluación que conlleva a la acreditación de la calidad en las IES de América Latina es un mecanismo que permite justificar la gestión académica y el empleo de los recursos (González y Pérez, 2008; Herrera y Aguilar, 2009), así como brindar prestigio del quehacer educativo ante la sociedad (Buendía, 2013). Sin embargo, en la búsqueda de su cumplimiento, se observan ciertas problemáticas que se han desarrollado dentro de las IES, mismas que en lugar de favorecer las prácticas educativas de calidad, dejan ver que los procesos de acreditación son vistos como trámites administrativos que hay que cumplir (Rangel, 2010; Salas, 2013), sin llevar a cabo un verdadero ejercicio de reflexión por parte de la comunidad educativa.

Ante las problemáticas descritas a lo largo del estudio, se sugiere lo siguiente:

- ▶ Establecer por parte de los organismos acreditadores en América Latina instrumentos e indicadores que apoyen a las IES a enfocarse tanto en los aspectos administrativos como en los relacionados con el aprendizaje, la evaluación, el impacto de la investigación y la realización de proyectos para mejorar las condiciones de vida de la sociedad (Villavicencio, 2012), por lo que es necesario solicitar a las IES evidencias puntuales que describan resultados significativos de su quehacer educativo (Herrera y Aguilar, 2009). Ante esto, se deben incorporar de manera permanente ajustes a los sistemas de evaluación y acreditación que efectúan los organismos acreditadores (Martínez, Mateo y Reyes, 2011).
- ▶ Orientar los procesos de acreditación en las universidades considerando los retos de la sociedad del conocimiento (Stehr, 1994). Esto implica implementar procesos de gestión del conocimiento más flexibles, abiertos y sencillos, por cuanto el modelo actual centrado en completar una gran cantidad de formatos aleja a los actores educativos del proceso. Es necesario innovar estrategias prácticas que posibiliten identificar los logros de las universidades en sus funciones sustantivas. Esto facilitaría la implementación de una evaluación más formativa y menos de control, en donde las comunidades educativas verifiquen el cumplimiento de su misión, visión y objetivos (Arcos, 2009).
- ▶ Dejar de llevar a cabo la simulación en los procesos de evaluación de la calidad, y, en su lugar, asumir la acreditación

como una herramienta de gestión que permita tomar decisiones tendientes a elevar la calidad educativa, razón por la que es de suma importancia integrar la cultura de la calidad en las actividades cotidianas, para no estar haciendo informes de último momento, que muchas veces no reflejan los procesos efectuados.

- ▶ Es necesario promover la comunicación y el trabajo colaborativo entre todos los actores de una determinada IES, buscando que las prácticas que se realicen al momento de buscar la acreditación adopten un enfoque formativo (Cervera, Martí y Ríos, 2014), en donde se tome en cuenta la experiencia de todos los miembros de la comunidad educativa desde su respectiva área (Ibarra, 2009).
- ▶ Se debe avanzar en la aplicación del currículo por competencias a partir de la reflexión, la formación y el análisis de experiencias, con flexibilidad y mejoramiento continuo, buscando la participación de todos los actores de la comunidad educativa (Moreno, 2010), teniendo espacios en los cuales se compartan las experiencias, los aprendizajes logrados y las áreas de oportunidad. Así mismo, es importante comenzar a buscar enfoques alternativos a las competencias, tanto por parte de las universidades como por parte de los organismos de acreditación, como es el caso de la socioformación, que, aunque reconoce este enfoque, lo trasciende en la medida que se enfoca en transformar la sociedad y las organizaciones en el marco de la sociedad del conocimiento.
- ▶ Implementar las siguientes acciones para mejorar la credibilidad en los organismos acreditadores: 1) lograr que sigan un código de ética en el cual apunten a las funciones esenciales de la universidad (Mendoza, 2003); 2) seguir un modelo de gestión de la calidad (Galaz, 2014); 3) buscar que posean una sólida formación en currículo, didáctica, evaluación y gestión de proyectos de investigación y vinculación social; y 4) tener expertos en los procesos curriculares y de investigación acordes con la sociedad del conocimiento.

Finalmente, se sugiere la realización de nuevos estudios para profundizar en el análisis de cada problemática presentada en el presente estudio, buscando acciones puntuales que posibiliten su superación. Esto debería llevarse a cabo con la aplicación de instrumentos a los diversos actores de las universidades que participan en procesos de acreditación. También es necesario que los organismos acreditadores apoyen investigaciones para comenzar a innovar sus modelos de trabajo, con el fin de que este proceso no se limite al simple cumplimiento de los trámites y requisitos estipulados en manuales operativos (Rangel, 2010; Salas, 2013), buscando generar una cultura de la calidad institucional.

Referencias

- Acosta, S., Martínez, J. E., Montoya, M. G., y Toledo, D. G. (2014). Proceso de evaluación de un programa de posgrado de la Facultad de Idiomas de la UABC: un caso mexicano. En D. G. Toledo, L. Martínez, L. E. Fierro y R. Saldívar (Coords.), *Trabajos de investigación de profesores de lenguas modernas en México* (págs. 243-259). México: UABC.
- Alvarado, A. (2009). Vinculación universidad-empresa y su contribución al desarrollo regional. *Ra Ximbai*, 5(3), 407-4014.
- Alzate-Medina, G. M. (2008). Efectos de la acreditación en el mejoramiento de la calidad de los programas de psicología de Colombia. *Universitas Psychologica*, 7(2), 425-439.
- Arias, F. G. (1999). *El proyecto de investigación. Guía para su elaboración* (3era. ed.). Caracas: Episteme.
- Arcos, J. L. (2009). *Evaluación institucional de la Universidad Autónoma de Baja California*. Mexicali, Baja California: Universidad Autónoma de Baja California.
- Barrón, C. (2005). Formación de profesionales y política educativa en la década de los noventa. *Perfiles Educativos*, 27(108), 45-69.
- Barrón, C., Chehaybar, E., Morán, P., Pérez, G., Ruiz, E., y Valle, A. (2010). Currículum, formación y vinculación en la educación superior: tres ejes de investigación educativa. *Revista Digital Universitaria*, 11(2). Recuperado de <http://www.uh.cu/static/documents/TD/Curriculum,%20formacion%20vinculacion.pdf>
- Bellei, C. (2013). *Situación educativa de América Latina y el Caribe: Hacia la educación de calidad para todos al 2015*. Santiago de Chile: UNESCO.
- Buendía, A. (2011a). Análisis institucional y educación superior. Aportes teóricos y resultados empíricos. *Perfiles Educativos*, 33(134), 8-33.
- Buendía, A. (2011b). Evaluación y acreditación de programas en México. Más allá de los juegos discursivos. *Diálogos sobre Educación*, 2(3). Recuperado de http://www.revistadiálogos.cucsh.udg.mx/sites/default/files/dse_a2_n3_jul-dic2011_buendia.pdf
- Buendía, A. (2013). Genealogía de la evaluación y acreditación de instituciones en México. *Perfiles Educativos*, 35(número especial), 17-32.
- Carot, J. M. (2012). *Sistema básico de indicadores para la educación superior de América Latina*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Casas, E. V., y Olivas, E. (2011). El proceso de acreditación en programas de Educación Superior: un estudio de caso. *Omnia*, 17(2), 53-70.
- Casillas, M. Á., Ortega, J. C., y Ortiz, V. (2015). El circuito de educación precaria en México: una imagen del 2010. *Revista de la Educación Superior*, 44(173), 47-83.
- Cervera, C., Martí, M., y Ríos, D. (2014). Evaluación y acreditación de la educación superior: tendencias, prácticas y pendientes en torno a la calidad educativa. *Atenas, Revista Científico Pedagógica*, 3(27). Recuperado de http://atenas.mes.edu.cu/index.php/atenas/article/view/114/pdf_30
- Claverie, J., González, G., y Pérez, L. (2008). El sistema de evaluación de la calidad de la educación superior en la Argentina: el modelo de la CONEAU. Alcances y limitaciones para pensar la mejora. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 1(2), 148-164.
- Contreras, F. (2012). *Evaluación, acreditación de carreras y bibliotecas de educación superior*. Lima, Perú: Colegio de Economistas del Callao.
- Corona, J. A. (2014). Programas educativos de buena calidad. Valoración de estudiantes vs expectativa de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla en México. *Actualidades Investigativas en Educación*, 14(3), 1-19. doi: <http://dx.doi.org/10.15517/aie.v14i3.16099>

- Dávila, M. (2008). *Tendencias internacionales de la educación superior*. Documento de trabajo No. 219, Universidad de Belgrano. Recuperado de http://184.168.109.199:8080/jspui/bitstream/123456789/352/2/219_davila.pdf
- De la Garza, J. (2008). Evaluación y acreditación de la educación superior en América Latina y el Caribe. En C. Tüunermann, *La educación superior en América Latina y el Caribe: diez años después de la Conferencia Mundial de 1998* (págs. 175-222). Cali: IESALC-UNESCO-PUJ.
- Del Cid, A., Méndez, R., y Sandoval, F. (2011). *Investigación. Fundamentos y metodología*. México. 2da. edición: Pearson.
- Delors, J. (1996). *La educación encierra un tesoro. Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la educación para el siglo XXI*. Santillana: España.
- Dias, J. (2008). Calidad, pertenencia y responsabilidad social de la universidad latinoamericana y caribeña. En A. Gazzola, y A. Didriksson, *Tendencias de la educación superior en América Latina y el Caribe* (págs. 87-112). Caracas: IESALC-UNESCO.
- Díaz-Barriga, F. (2010). Los profesores ante las innovaciones curriculares. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 1(1), 37-57.
- Egidio, I., y Haug, G. (2006). La acreditación como mecanismo de garantía de la calidad: tendencias en el Espacio Europeo de Educación Superior. *Revista Española de Educación Comparada*, 12, 81-112.
- Galaz, C. A. (2014). *Evaluación y aplicación de un modelo de calidad a organismos de acreditación en Chile*. (Tesis de magister). Obtenido de Repositorio Académico de la Universidad de Chile. Recuperado de: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/116371/Galaz%20%C3%81lvarez%20Carla.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- García, J., Tobón, S. y López, N. M. (2010). *Currículo, didáctica y evaluación por competencias: análisis desde el enfoque socioformativo*. Caracas: UNIMET.
- Gómez, E. A., Zamora, R., y Torres, J. (2014). *Los proceso de acreditación en la Universidad Autónoma de Chapingo: situación actual*. Ponencia presentada en el Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación, Buenos Aires, Argentina. Recuperado de: <http://www.oei.es/congreso2014/memoriactei/98.pdf>
- González, J., Galindo, N. E., Galindo, J. L., & Gold, M. (2004). *Los paradigmas de la calidad educativa*. . México: UDUAL.
- Gregorutti, G. J., y Bon, M. V. (2013). Acreditación de la universidad privada ¿Es un sinónimo de calidad?. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 11(1), 122-139.
- Hernández, J. S., Tobón, S., y Vázquez, J. M. (2015). Estudio del liderazgo socioformativo mediante la cartografía conceptual. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 8(2), 105-128.
- Herrera, A., y Aguilar, E. (2009). La evaluación de la calidad y la acreditación en la universidad pública de América Latina. *Universidades*, 59(40), 29-39.
- Ibarra, E. (2009). Impacto de la evaluación en la educación superior mexicana: valoración y debates. *Revista de la Educación Superior*, 38(149), 173-182.
- Jiménez, Y. I., González, M. A., y Hernández, J. (2011). Propuesta de un modelo para la evaluación integral del proceso enseñanza-aprendizaje acorde con la educación basada en competencias. *CPU-e, Revista de Investigación Educativa*, 13. Recuperado de https://www.uv.mx/cpue/num13/inves/completos/Jimenez_modelo%20evaluacion.pdf
- Lemaitre, M. J., Maturana, M., Zenteno, E., y Alvarado, A. (2012). Cambios en la gestión institucional en universidades, a partir de la implementación del sistema nacional de aseguramiento de la calidad: la experiencia chilena. *Calidad en la Educación*, 36, 21-52.

- López, F. (2003). El impacto de la globalización y las políticas educativas en los sistemas de educación superior de América Latina y el Caribe. En M. Mollis, *Las universidades en América Latina: ¿reformadas o alteradas?. La cosmética del poder financiero* (págs. 39-58). Buenos Aires: Clacso.
- Martínez, G. L., Mateo, I. D., y Reyes, E. S. (2011). La evaluación del impacto de los procesos de acreditación. Variables e indicadores. *Pedagogía Universitaria*, 16(1). Recuperado de: <http://cvi.mes.edu.cu/peduniv/index.php/peduniv/article/view/58/56>
- Medina, S. R. (2011). Los organismos internacionales y la evaluación como política educativa en México: elementos para un balance. En S. R. Medina, *Políticas y educación. La construcción de un destino* (págs. 17-38). México, D. F.: Ediciones Díaz de Santos/UNAM.
- Mendoza, J. (2003). *La evaluación y acreditación de la educación superior mexicana: las experiencias de una década*. Trabajo presentado en el Congreso Internacional del CLAD sobre la Reforma del Estado y de la Administración Pública, Panamá. Recuperado de: <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/CLAD/clad0048003.pdf>
- Mondragón, A. R. (2006). La acreditación y certificación en las instituciones de educación superior. Hacia la conformación de circuitos académicos de calidad: ¿exclusión o integración? *Revista del Centro de Investigación*, 7(26), 51-61.
- Moreno, T. (2010). El currículo por competencias en la universidad: más ruido que nueces. *Revista de la Educación Superior*, 39(154), 77-90.
- Munive, M. Á. (2007). La acreditación: ¿mejora de la educación superior o atractivo artificio estético?. *Enseñanza e Investigación en Psicología* 12(2), 397-408.
- Ovando, M., Elizondo, M., y Grajales, O. (2015). La evaluación y la acreditación desde la perspectiva de los universitarios: una experiencia educativa en la Universidad Autónoma de Chiapas. *Revista de Sistemas y Gestión Educativa*, 2(4), 936-944.
- Parra, M. C. (2010). Las transformaciones de la educación superior en Venezuela: en búsqueda de su identidad. *Educación Superior y Sociedad*, 15(1), 109-130. Recuperado de: <http://ess.iesalc.unesco.org.ve/index.php/ess/article/viewFile/325/276>
- Pires, S., y Lemaitre, M. J. (2008). Sistemas de acreditación y evaluación de la educación superior en América Latina y el Caribe. En A. L. Gazzola, y A. Didriksson, *Tendencias de la educación superior en América Latina y el Caribe* (págs. 297-318). Caracas: IESALC-UNESCO.
- Rangel, H. (2010). Hacia una evaluación generadora. Más allá de la evaluación técnico-burocrática de las universidades en México. *Revista Iberoamericana de Educación*, 54(1). Recuperado de: <http://rieoei.org/deloslectores/3794Rangel.pdf>
- Salas, I. A. (2013). La acreditación de la calidad educativa y la percepción de su impacto en la gestión académica: el caso de una institución del sector no universitario. *Calidad en la Educación*, 38, 305-333.
- Silva, C. (2007). Evaluación y burocracia: medir igual a los diferentes. *Revista de la Educación Superior*, 36(143), 7-24.
- Stehr, N. (1994). *Knowledge societies. The transformation of labour, property and knowledge in contemporary society*. London: Sage.
- Tobón, S. (2002). *Modelo pedagógico basado en competencias*. Medellín: FUNORIE
- Tobón, S. (2012). El enfoque socioformativo y las competencias: ejes claves para transformar la educación. En S. Tobón, y A. Jaik Dipp, *Experiencias de aplicación de las competencias en la educación y el mundo organizacional* (págs. 3-31). México: ReDIE.
- Tobón, S. (2013a). *Formación integral y competencias. Pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación (4ta. ed.)*. Bogotá: Ecoe Ediciones.

- Tobón, S. (2013b). *Metodología de gestión curricular. Una perspectiva socioformativa*. México: Trillas.
- Tobón, S., Guzmán, C. E., Hernández, J. S., y Cardona, S. (2015). Sociedad del conocimiento: estudio documental desde una perspectiva humanista y compleja. *Paradigma*, 30(2), 7-36.
- Tobón, S., García, J. A., Sánchez, A. R., y Carretero, M. Á. (2006). *Competencias, calidad y educación superior*. Bogotá, Colombia: Magisterio.
- Tobón, S., Pimienta, J. H., y García, J. A. (2016). *Secuencias didácticas y socioformación*. México: Pearson.
- Tovar, M. C., y Sarmiento, P. (2011). El diseño curricular, una responsabilidad compartida. *Colombia Médica*, 42(4), 508-517.
- Tünnermann, C. (2008). La calidad de la educación superior y su acreditación: la experiencia centroamericana. *Avaliação (Campinas)*, 13(2). doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1414-40772008000200005>
- Universidad Nacional Mayor de San Marcos. (2009). *Calidad educativa y certificación profesional. Compendio: autoevaluación, evaluación externa, acreditación y certificación*. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos/Oficina Central de Calidad Académica y Acreditación.
- Urbano, N. (2007). Efectos de la implementación del modelo colombiano de acreditación de programas académicos. Un análisis a partir del caso de los programas tecnológicos. *Universitas Humanística*, 64, 139-161.
- Uribe, A. P. (2013). Los factores que conforman el modelo de acreditación de alta calidad de programas académicos en Colombia, revisión desde el enfoque de la percepción. *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas, Administrativas y Contables*, 5(2). Recuperado de: <http://publicaciones.unisimonbolivar.edu.co:82/rdigital/ojs/index.php/desarrollogerencial/article/view/202/198>
- Villanueva, E. (2010). Perspectivas de la educación superior en América Latina: construyendo futuros. *Perfiles Educativos*, 32(129), 86-101.
- Villavicencio, A. (2012). *Evaluación y acreditación en tiempos de cambio: la política pública universitaria en cuestionamiento*. Quito: IAEN.

A Practical Approach to the Agile Development of Mobile Apps in the Classroom

Ramón Ventura Roque Hernández,
Juan Antonio Herrera Izaguirre,
Adán López Mendoza,
Juan Manuel Salinas Escandón
Universidad Autónoma de Tamaulipas, México

Abstract

This article presents a study where two groups of university students learned the principles of the agile development of mobile applications. The participating university students built their own version of an application in Java for Android following the principles of two agile methodologies: SCRUM and Extreme Programming (XP). Each team of students was assigned either a SCRUM or XP methodology for the development of their application in two iterations. In the second iteration the requirements were intentionally modified to provoke changes in the software being developed by each team. After the completion of the development process, a questionnaire was applied, and interviews with participants were conducted. The purpose of the questionnaire and the interviews was to gain insight into the participating students' perceptions about teamwork, the methodologies used, their personal motivation, and their attitude towards changing requirements. A Mann-Whitney test was performed on the acquired data. The results show that the team that implemented the XP methodology accepted the changing requirements more than the SCRUM team. Moreover, higher levels of participation and cooperation were observed among participants who used the XP methodology than among those who used SCRUM.

Keywords

Agile Software Development, Java Programming, learning Software Engineering, Scrum Approach, XP Approach.

Un acercamiento práctico al desarrollo ágil de aplicaciones móviles en el aula

Resumen

Este artículo presenta un estudio en el que dos grupos de estudiantes universitarios aprendieron los principios de la agilidad en el desarrollo de aplicaciones móviles y construyeron su propia versión de una aplicación en Java para Android siguiendo los principios de dos metodologías ágiles: SCRUM y Programación Extrema (XP). A cada equipo se le asignó una metodología: SCRUM o XP para el desarrollo de su aplicación en dos iteraciones. En la segunda iteración, los requerimientos fueron modificados intencionalmente para provocar cambios en el software que cada equipo creaba. Después de terminar el proceso de desarrollo, se administró un cuestionario y se condujeron entrevistas con el propósito de investigar la percepción

Palabras clave

Aprendizaje de la ingeniería del software, desarrollo ágil de software, programación extrema, programación en Java, SCRUM.

Recibido: 21/06/2016

Aceptado: 13/09/2016

de los estudiantes acerca de: el trabajo de equipo, las metodologías utilizadas, su motivación personal, y su actitud acerca de los requerimientos cambiantes. Se realizó la prueba de Mann-Whitney con los datos obtenidos. Los resultados muestran que el equipo que implementó la metodología XP aceptó mejor los requerimientos cambiantes que el equipo que usó SCRUM. Además, también se observó mayor participación y cooperación entre los participantes de la metodología XP que entre los que usaron SCRUM.

Introduction

Special activities related to agile software development should be promoted in universities with computer science programs to prepare students for situations they may encounter when creating new applications in the real business world. It should be kept in mind that fast and good quality software development is crucial in business applications, and students should be proficient enough to face this challenge successfully. Agile practices seem to be appropriate to software development performed in universities as part of their academic programs or as part of special projects for developing software for external companies. It is well known that in programming courses, students must develop a program for a specific problem, and in software engineering courses, the phases of software systems development are explained (Arman & Daghameen, 2007). That means that in programming courses, syntax, structures, and algorithms should be more priority than methodological aspects, without disregarding good practices. Moreover, good quality working software that is delivered quickly is a must in special university projects for companies. In these scenarios, agile practices help by focusing on rapid programming of functioning software that meets the specified requirements (Pressman, 2013).

There are many agile approaches; for example: Scrum, Extreme Programming, and Kanban (Singh, Mishra, Singh, & Upadhyay, 2015). Most of them have been extensively studied in real industry environments but not from university educational perspectives (Fuertes & Sepúlveda, 2016). Accordingly, we believe that agile software development is a broad concept that needs to be delimited and oriented according to specific educational requirements to positively influence the teaching of software development. An agile approach in university courses should foster rapid software development, promote application quality, and make changing requirements easy to manage. Additionally, an agile approach should also stimulate communication, work organization, active team participation, good relationships among students, and motivation for present and future learning.

This article presents a study aimed at comparing two popular software development approaches through a typical real-life busi-

ness simulation conducted inside a university lab. Two groups of students worked separately in building a mobile application within a tight deadline. The development was experimental and focused on programming software for the Android platform (Gironés, 2014) using Java (Friesen, 2014), following the agile methodologies SCRUM (Sims & Johnson, 2012) and Extreme Programming (XP) (Beck & Andres, 2005; Letelier & Penadés, 2006). The students committed themselves to deliver a functioning mobile app in twenty hours, even when they hadn't developed any application using agile approaches before. Students had previously developed software but with different tools and methodologies to those used in this study. The results from the students' perspectives showed that the SCRUM team had a greater preference for permanent requirements. They felt that much of the work had to be redone when dealing with changing requirements. On the other hand, XP seemed to promote the participation of the developers more than the SCRUM approach. These preliminary results provide some guidelines for further research in comparing methodologies and deciding which of them is more suitable for teaching programming courses under specific circumstances.

The paper is outlined as follows: first the background of the main topics that converge in this case study is presented; then the methodology used in this research is explained; later, the results are presented, and finally the conclusions are derived.

Related Work

Context

Agility allows the rapid construction of computer programs by adopting iterative and incremental models where analysis, design and construction activities are interspersed (Pressman, 2014). There are several methodologies with these features, all of which are based on a set of principles gathered in the agile manifest (Kendall & Kendall, 2013). Literature extensively discusses the philosophy, principles and practices of agile methodologies (Kendall & Kendall, 2013; Pressman, 2013; Beck & Andres, 2005). In this field, empirical research has focused more on industrial settings than on educational scenarios (Fuertes & Sepúlveda, 2016). Also, it must be considered that the software engineering literature recognizes that not all facts found in literature are based on empirical evidence; for example, there are many procedures or techniques purported to be better than others based on opinions instead of real objective data (Juristo & M., 2001). On the other hand, software engineering is a practical area, where the teaching and learning process should not rely on the single automatic repetition of concepts or theoretical case studies, but should also involve activities that present scenarios to students to generate their own knowledge from new experiences.

Earlier studies

Agile development has been a topic of interest in several studies conducted in business and industrial scenarios during the last five years. For instance, Yetunde & Kolade (2015) studied collaboration and strategies used to integrate usability activities into a big scale agile project ; they found that some tactics like negotiating inclusion and establishing credibility were useful in succeeding in this process. On the other hand, Serrador & Pinto (2015) studied efficiency and user satisfaction in several industrial projects , and a positive effect of agile software methodologies was observed. Papatheocharus & Andreou (2014) used a questionnaire to study communication, management and quality assurance, aspects of agile teams. The results showed that agility improved the development process. McHugh, Conboy, & Lang (2012) analyzed several case studies in which the importance of human aspects in software development was highlighted. Their study observed that agile practices increased trust among programmers. In a previous work by McHugh, Conboy, & Lang (2011), a study involving three agile practices was conducted, and it was found that motivation was recognized to be highly important for the project and its leaders. In that research, it was also stressed that motivation is not addressed as much as other topics in the context of agile practices.

Agile software practices in the teaching field have also caught the attention of some researchers. For example, Salleh, Mendes, & Grundy (2014) studied the personality of students in pair programming practices; they found that openness was a significant factor to differentiate academic performance in students and that Pair Programming caused increased satisfaction, confidence and motivation in the class. Additionally, von Wangenheim, Savi, & Ferreti Borgatto (2013) and Rodriguez, Soria, & Ocampo (2015), studied the educational resources needed to teach SCRUM; they presented inexpensive games to reinforce the application of SCRUM. They reported that their approaches engaged students in the SCRUM activities inside the classroom; good motivation and good user experiences were described as well. Additionally, Devedzic & Milenkovic (2011) analyzed the experiences and problems encountered when teaching agile software development with SCRUM and XP in different scenarios and cultures; they learned that iterations should be short, that pairing up students helps them increase their motivation levels, that practices are useful to increase commitment among students, and that teams should be small and self-organized. Schroeder, Klarl, Mayer, & Kroiss (2012) studied the importance of lab practices when teaching agile approaches; they discovered that SCRUM was suitable to introduce students to software processes and that it motivated students by posing fun challenges to them. Kropp & Meier (2013), Kofune & Koita (2014), Soria, Campo, & Rodríguez (2012),

J. Faria, Yamanaka, & Tavares, (2012) presented their experiences in the teaching of agility and offered models to successfully address these types of courses. For example, Kofuna & Koita (2014) derived an approach to teach programming based on agile practices; they promoted critical thinking and communication among students using the trial and error practice. It was found that students were very motivated to learn. Moreover, in the work of Enríquez & Gómez (2015), a model for improving agile software development training in small companies is described; the model is based on SCRUM and consists on meetings, tasks, practices and steps. In the work of Kropp & Meier (2014), the pyramid of agile competencies that represents the different levels of competence needed for agility is derived; three levels are identified: Agile values, Management practices, and Engineering practices. They recommend practical approaches to acquire these competencies in the classroom.

The many reasons to teach agile software development in universities are discussed by Hazzan & Dubinsky, (2007). The most relevant are: Agility comes from and is used in the industry, it educates for teamwork, deals with human aspects, encourages diversity and supports the learning process. Nowadays, companies increasingly implement agile practices and experience the lack of skilled personnel (Kropp & Meier, 2013). Universities haven't been able to produce the appropriately skilled professionals (Kropp & Meier, 2014), and a gap exists between what is taught in the classroom and what is required by industry (Rodríguez, Soria, & Ocampo, 2015). This is why courses should be re-designed in order to teach students according to the demands of the software industry (Soria, Campo, & Rodríguez, 2012). In this process, the human side of software development should be taken seriously by academia because it is a field in which students have to make progress to benefit their transition to job market; this includes the organization of a development process, work coordination, and dealing with people with different skills, points of view, and motivations (Schroeder, Klarl, Mayer, & Kroiss, 2012). In the private sector, agility has surpassed the software development activities and is identified as a valuable tool for other fields such as management. Nevertheless, the lack of training is still a limitation that leads to misunderstands and undermines the benefits of agile work (Rigby, Sutherland, & Takeuchi, 2016).

Theory

Extreme Programming

Extreme Programming (XP or eXtreme Programming) is one of the most widely used agile methodologies (Rizwan, & Qureshi, 2011). It is an efficient, low risk, flexible, predictable, scientific,

and fun method for developing software (Beck & Andres, 2005). For example, XP encourages quick iterations for product delivery consisting of one to two weeks. XP requires the client and the team working together in the same place where the development takes place, and that the programming take place in groups of two people sharing the same computer (pair programming). XP also states that the size of the releases should be small but with a complete sense of value; in addition, it recommends the design of the system to be as simple as possible, the tests written before programming, and developers not to work overtime or take work home with them, and to participate in a symbolic ceremony at the end of each iteration.

Instead of creating long documents with functional requirements, an XP project starts making end users create software “user stories” that describe what new applications need to do. The requirements’ test is done before coding and automated code testing is performed throughout the project. “Refactoring”, frequent-design simplification, and improvement of the code, is also a basic tenet (Copeland, 2001). Devotees say the XP methodology helps generate code faster and with fewer errors.

SCRUM

SCRUM (Pressman, 2014) is an agile methodology that encompasses a series of iterative practices for developers to work as a team, contributing their individual skills to develop quality software. In SCRUM, software is incrementally developed, generating different versions, and at the end of each iteration, a functional end product is delivered. The customer can make changes or continue with development as was originally planned. The Sprint is the fundamental cycle or iteration of the SCRUM process. It is considered that two to four weeks is the most common amount of time for a Sprint.

In SCRUM there are meetings where the feedback process and the collection and clarification of requirements take place. These meetings are the daily Scrum, the sprint planning meeting, the review meeting and the sprint retrospective. The daily Scrum consists of a meeting at the beginning of each work session where each participant discloses what has been completed, what they expect to complete and any impediments found. The Sprint planning meeting is held at the beginning of iterations and consists of two parts: in the first part, the team commits to a set of goals; in the second, the team identifies specific tasks. The Sprint review meeting is where the team presents the completed requirements and the ones yet to be completed. The Sprint retrospective is a meeting that takes place at the end of each Sprint, where the team focuses on the lessons learned during the work accomplished in that iteration.

Pair Programming and Mob Programming

Pair Programming is one of the core practices of XP methodology. In Pair Programming, two people use a single computer to write and test computer programs. Since only one keyboard is available, the programmers change roles often. Globalization has introduced some new ways to do Pair Programming through technological platforms (da Silva Estácio & Prikladnicki, 2015); for example, when a team is scattered across different countries, they can use specialized software to implement the pair programming practice remotely. Another phenomenon studied with regards to Pair Programming is the knowledge transfer between programmers, and at least six different types of transference have been identified (Plonka, Sharp, van der Linden, & Dittrich, 2015). In research, Pair Programming in the academic field has not been addressed as much as in the industry (Prabu & Duraisami, 2015), and there is still a lack of consensus about its best use and its benefits (Coman, Robillard, Silliti, & Succi, 2014).

Mob Programming (Zuill, 2014) is a concept that recently emerged from practice as an evolution of pair programming. It consists of a whole team working on the same project, at the same time/space allocation, and using a single computer for coding. A projector or big screen is needed to amplify the image coming from the computer where the coding is performed. Some practices that have been reported in the implementation of Mob programming are: 1) treating each other with respect, 2) the driver and navigators roles when programming—the driver types the code, the navigators discuss and guide the driver, 3) frequent rotation of drivers, 4) communication is made as a team, and 5) involves periodical reflection on how to improve as a team.

The implementation of agile methodologies in the development of mobile applications

While software development in general can be more efficient with agile methodologies, software development for mobile devices, specifically, is an area that should be obligated to consider using agility because of the possible direct benefits from its implementation. For example, in the literature there are studies that suggest that the development of mobile applications should not be accomplished with a traditional methodology based on documentation or time-consuming processes, but should pursue the rapid attainment of a functional product considering the features of mobile applications.

(Blanco, Camarero, Fumero, Werterski, & Rodríguez, 2009; Abrahamsson, Ihme, Kolehmainen, Kyllönen, & Salo, 2005; Gasca Mantilla, Cmargo Ariza, & Medina Delgado, 2014; Ávila Domenech & Meneses Abad, 2013) Although agile software development emerged long before the mobile software development with its actual platforms, its principles can be implemented easily in the development of this particular type of software.

Methodology

A scenario was established in which several students would jointly build a fully functional, ready for delivery mobile application using an agile methodology that was assigned to them. None of the participants had any knowledge of the agile methodologies, and their experience with the tools used was scarce or nonexistent. Students had twenty effective hours to learn and develop the required application. The research questions that guided this process were: Can agile methodologies (XP, Scrum) really generate good quality working mobile applications in a short time with teams of university students? Is it possible that the members of these teams learn the basics of agile development methodologies and mobile software while producing functioning software in a short time? What is their perception of work relationship, methodology used, and motivation during this development process? How do they perceive the changing nature of the requirements, which represents a basic principle of agility? What are the differences between XP and Scrum in the software development that is conducted inside the classroom?

Sample

Work was performed separately with two groups of students. Each developed its own version of the same Android application using Java with Eclipse (Eclipse, 2015; Vogel, 2013). One team with seven students followed the agile methodology called Extreme Programming, and the other, with eight participants used SCRUM. They were university students from two different undergraduate programs related to computer systems that offer programming courses as part of their curricula.

The invitation to take part in a course outside the regular class schedule was extended to programming students who: 1) were close to graduating from undergraduate studies in computer science, 2) had a beginner or intermediate level of programming experience, 3) were able to code using at least one language, preferably Java or C, and 4) had enough knowledge about software design to work on the project.

Once the students responded to the invitation, they answered a questionnaire and a knowledge test of programming; it served for the selection of participants. Both the questionnaire and knowledge test gave an overview of the aptitudes and attitudes of the participants. Selection criteria for this study included good theoretical knowledge, ability to propose a design, and basic to intermediate coding skills. Both teams were randomly chosen from the selected participants. Prior to selection, participants did not know that this study was taking place. They were not given any financial compensation, but they were offered a certificate of participation, provided they had perfect attendance and punctuality.

Instruments

In order to get an approximation to the answers of our research questions, perceptions from participants and researchers were studied. At the end of software development, a five point Likert scale-based questionnaire was answered by the students (see Table 2), in which some statements were presented about team dynamics, methodology used, learning and motivation, and the personal perception of the development and changing requirements. The scale was numerically coded as follows: strongly disagree (0), disagree (1), neutral position (2), agree (3), strongly agree (4). Students were asked to provide responses about the approach as a whole and not only about specific practices performed during the development process.

Procedure

The process began with ten hours of training on Java for Android and agile standards. Each team, separately, received specific training on the basics of the methodology they were to use. The sessions were interactive and focused on this project's needs. After this training process, a second ten-hour period began during which the software was developed following the methodology assigned to each team. Programmers took on their specific roles. A member of the research team took on the role of a client with the teams and remained with the developers at their workplace.

The students listened to the client, who voiced the requirements as previously established by the research team (see Table 1). The goal was the development of a mobile Android application to help exercise mathematical reasoning. To get the final version of the software, each team completed two iterations. In the first iteration, the programmers were faced with a situation which had the requirements of Table 1 with the following exceptions: only two levels would be taken into account: beginner and advanced, they were not asked to include a help function for using the program and were asked that the program had a single screen to interact with the user. In the second iteration, the requirements were intentionally modified: now the app should show a different menu screen; it should also include a help function to guide the user, and it should have an intermediate level to generate arithmetic problems.

Students had to get the user stories and estimate times, discuss with the client the stories that would be implemented in each iteration, divide the stories into specific tasks, assign responsibilities and make adjustments, all the while adhering to the principles of the assigned methodology. XP team worked in pairs the entire time; they coded with a pair programming approach. SCRUM team worked in a self-organized way using an approach inspired by Mob Programming.

Table 1. Overview of App Requirements

1. It will have three levels of difficulty: beginner, intermediate and advanced.
2. The beginner level will generate numbers between 1 and 200
3. The intermediate level will generate numbers between 1 and 600
4. The advanced level will generate numbers between 1 and 1000
5. For each problem, users can select from one of three operations: addition, subtraction or multiplication
6. With the selected operation, the application will generate two numbers (operands).
7. The application will tell the users if they answer correctly.
8. When answering correctly, the application will emit a distinctive sound of success and display a suitable image.
9. If the user answers incorrectly, the application will tell the user that a mistake was made.
10. When the user makes a mistake, the application emits a distinctive error sound and display a suitable image.
11. The application must validate empty inputs by the user.
12. The application should count and display the number of attempts.
13. The application must allow the user to generate a new problem at any time.
14. The application must allow the user the ability to surrender to the problem posed.
15. If the user gives up, the application should display the correct result of the current operation.
16. The application should allow the user to start a new game at any time. Note: Start a new game means starting from scratch and resetting the current values of the correct answers and mistakes.
17. The application must give information about its programmers and date of development.
18. The application should have a help feature on how to use the program.

Source: Prepared by the authors, 2015.

At the end of software development, the questionnaire presented in Table 2 was answered by the students. Subsequently, these responses were entered and analyzed in SPSS (Field, 2013), in which a nonparametric Mann-Whitney test (Kuanli, Pavur, & Keeling, 2006) was performed for the difference between the responses of both teams. For this test, the following hypotheses were proposed for the responses to the 18 questions:

H_0 : There is no significant difference between the perception of XP team and SCRUM team regarding the *ith* sentence.

H_a : There is significant difference between the perception of XP team and SCRUM team regarding the *ith* sentence.

A confidence level of 95% was used. If the PValue shown in Table 2 was less than .05, H_0 was rejected and a significant difference between the responses of both teams was assumed. Distributions of the scores for both groups were not assumed to be similar; therefore, mean ranks are presented in Table 2. A methodology having higher mean ranks in a statement exhibits a team with an attitude closer to the “strongly agree” value in regards to that sentence.

Unstructured interviews were also conducted with both students and researchers. Finally, the researcher who had adopted the role of client evaluated the final version of the software. Another user who was completely oblivious to the project team per-

Table 2. Survey results.

Statement	XP	Scrum	MW Test
	Mean rank	Mean rank	PValue
Team dynamics			
1. Problems were caused by the relationship between team members	7.79	8.19	.843
2. There was poor communication between project members	6.79	9.06	.282
3. We had difficulty making decisions	8.07	7.94	.951
4. We had trouble organizing	8.86	7.25	.471
Methodology			
5. The methodology favored the participation of all its members	9.93	6.31	.066
6. The methodology certainly favors the rapid development of mobile applications	6.86	9.00	.118
7. The methodology contributed to achieving a good quality program	8.14	7.88	.889
Learning and motivation			
8. I learned new things in the development of this software	8.50	7.56	.350
9. I'm motivated to keep learning more about this methodology	9.00	7.13	.170
10. I will use this methodology in future projects	9.00	7.13	.171
11. I was motivated at all time during the development	6.79	9.06	.200
Changing requirements			
12. When changing the requirements, I felt I had much work to redo.	5.64	10.06	.041
13. I would have preferred that the requirements didn't change	5.71	10.00	.042
14. It is discouraging that the work has to be modified per a customer's request	7.14	8.75	.428
Quantitative evaluation			
15. Team members motivation	8.50	7.56	.562
16. Communication among members	8.50	7.56	.625
17. Organization to work	8.00	8.00	1.0
18. Methodology's general efficiency	8.50	7.56	.625

Source: Prepared by the authors, 2015.

formed a usability test to the final version of the teams' software and shared his views on the app.

Results

Quantitative results

The Mann Whitney test that was run to determine differences in responses between XP and Scrum participants revealed a difference of opinion and feelings when it comes to having to revise work by modifying the requirements.

Scores for question 12 ("When changing the requirements, I felt I had much work to redo") in Scrum team (mean rank=10.06) were statistically significantly higher than in XP team (mean

rank=5.64), $U=11.50$, $z=-2.04$, $p=.041$. Also, scores for question 13 (“I would have rather that the requirements didn’t change”) in Scrum team (mean rank=10.00) were statistically significantly higher than in XP team (mean rank=5.71), $U=12.00$, $z=-2.03$, $p=.042$.

Some other important facts derived from survey results are:

- a. The members of both teams unanimously agreed that they learned new things in the project, and that they were motivated to continue learning more about their agile methodology. They also agreed to continue using this methodology in future projects and to having felt motivated during the development process.
- b. The minimum scores registered for communication, motivation, organization and overall efficiency of working with the SCRUM methodology were lower than with the XP methodology.
- c. All XP team members disagreed with the raised statement that changes in the requirements involve too much re-work for them.
- d. Although SCRUM team members manifested more an opposition to the change in the requirements, both they and the members of the XP group expressed not feeling discouraged because users asked for changes in software development.
- e. SCRUM team did not accept having difficulty organizing.
- f. Contrary to the XP team, SCRUM team members agreed that the methodology contributed to developing a good quality software.

Qualitative results

During interviews, XP team members reported having worked in an agreeable atmosphere and being highly motivated to continue learning about XP. The celebrations held by the team at the end of iterations were very important, for it allowed them to relax and recognize their effort. The practice of not taking work home with them seemed very convenient, attractive and contrasting to the work requirements of many domestic software development companies today. The coding practices were perceived by the team as convenient and relevant to the app development. Pair programming made them feel very confident throughout the process. Nevertheless, they perceived that the different approaches to design and programming of each participant could have been a problem meeting the deadlines.

On the other hand, SCRUM participants mentioned that new aspects of software development were acquired by them in an interactive way. They felt that the project was completed quickly because of their joint participation that allowed them to do several activities simultaneously. SCRUM team also reported the lack

of patience of some members, and the different levels of participation among them.

While recognizing that this development was their first encounter with agile methodologies and mobile development, XP and SCRUM members were open to work with these methodologies in the future. They also reported not having troubles when managing the artifacts or activities related to their methodology.

The researchers reported that the implementation of XP and SCRUM managed to timely produce software that met the specified requirements. They realized that participants were involved in their work and that they were committed to meet the specified requirements of the software being developed. The researchers perceived that the SCRUM team was concerned with managing carefully method, tools and artifacts while the XP team had a more relaxed attitude about the process. On the other hand, although both teams assigned the complex programming tasks to their most proficient members, XP participants were more involved in every programming task due to the interaction promoted by the pair programming practice.

The final programs delivered by both teams were approved by the client. In addition, an outsider conducted a usability test to both applications and reported no trouble in using them. He referred that the software developed with XP was intuitive and easy to use, but the app developed with SCRUM was not very user friendly and could have been more intuitive.

Discussion

In this study, a comparison between SCRUM and XP development approaches was sought in a university scenario. The responses provided by the participants through the questionnaire showed that the SCRUM team had a higher preference for permanent requirements than the XP team. They also felt that they would have to redo much work to comply with the changes in requirements to a greater extent than the XP team. There were no statistically significant differences in the rest of the research aspects.

The observed differences may be influenced by the coding practices (pair programming, test first, refactoring, small deliveries, continuous integration, collective code ownership, simple design, and coding conventions) which are emphasized in XP, but not in SCRUM. XP team may have perceived that implementing changing requirements in the application was easier because of the benefits provided by these practices. Differences may also be due to the way in which the SCRUM methodology is organized. Meetings are held and artifacts have to be administered and monitored. SCRUM team with a tight deadline to meet may have perceived that changing requirements would need extra time to organize

the process. It is important to highlight that XP team reported having perceived the coding practices as convenient and relevant, and researchers reported having perceived that methodology, tools and artifacts were matters of concern for the SCRUM team.

XP teams work in pairs because pair programming is a core practice of this methodology; SCRUM methodology allows teams to choose their own organization for coding. In this study, SCRUM team decided to use an approach influenced by “Mob Programming”, and XP team used the pair programming practice. Nevertheless, it is important to note that Scrum and Mob Programming are not attached to each other. In this study, the Mob Programming influenced approach was used as a result of SCRUM team’s decision. To prevent confusion in the SCRUM team, participants were instructed to focus their answers on the SCRUM approach instead of on Mob Programming practices. Differences and boundaries were specifically stated before they provided their responses. XP team was also instructed to report on the complete methodology and not on isolated practices.

According to researcher’s perceptions, XP participants were more relaxed about the development process than SCRUM participants. This attitude could have been promoted by the practices of not taking work home, working in pairs most of the time, and holding celebrations after each iteration. XP team members provided feedback and explanations to each other as often as it was necessary. This collaborative work led to embrace the change with the confidence that the rest of the team was available to implement any changes or to provide useful information to update the code.

It must be taken into consideration that not all participants knew each other, and they each had a particular way of conceptualizing the collaborative software development. This is a common situation in regular programming courses; nevertheless, students still need to communicate with others when dealing with changing requirements in order to modify the application. The methodology could help them in this process by promoting their participation. Although it was not a statistically significant result, SCRUM received the lowest scores when participants rated the level of participation that the methodology favored.

This study focused on a preliminary comparison between XP and SCRUM approaches with regular university students who were available and willing to be trained outside their regular class schedule. Participants had standardized skills in software development, and were able to attend four hour sessions daily. It is also important to point out that this was a small project with few participants and a short development time. Further research should be conducted to replicate this study; also, students, sessions, and projects with different attributes should be analyzed.

From the findings derived from this study, we believe that XP was the most appropriate methodology for promoting participation

among students. Nevertheless, SCRUM proved to be an effective and easy-to-follow methodology as well. XP may be suitable for shorter course sessions, and SCRUM may be suitable for longer sessions. XP can be used in pure programming courses; meanwhile SCRUM can be used in courses focused on methodological approaches. If changing requirements are expected, XP could be a better approach for students to accept and update their applications easily; this empirical evidence supports the claim “XP adapts to vague or rapidly changing requirements” in the work of Beck & Andres (2004). In using both methodologies in the classroom, scope of projects, number of students, type of course, session schedules, and available facilities should be considered. For example, as stated in the work of Rodriguez, Soria, & Ocampo (2015), we identified that using a single room for several teams working with SCRUM at the same time in a face-to-face course may not be feasible if the room is not properly equipped. On the other hand, from these empirical findings we also confirmed that expected competencies in students can be met through team projects based on real scenarios that stimulate technical and human aspects of software development. A holistic approach including theory, practice, content, methodology, and experiences should be used in the learning of agility. This will promote the skills and values needed to complete software projects and will help students to take an active role in their education. Teamwork and commitment from students were relevant elements that were brought to our attention during this study. These views are consistent with those derived by Kropp & Meier (2014), Sancho-Thomas, Fuentes-Fernández & Fernández-Manjón (2009), Hazzan & Dubinsky (2007).

Conclusions

This article reported on a case study in which XP and SCRUM were evaluated from educational perspectives in a university setting. Two groups of students developed their own version of the same mobile application in Java for Android; one group used XP, and the other group implemented SCRUM.

Results revealed that both Extreme Programming and SCRUM can produce good quality software in a short period of time and can be implemented easily with university students with little experience in mobile application development. Students learned the basics of agile development and mobile programming and built a useful application for a client; they were motivated to use these methodologies in future projects. They perceived a pleasant relationship among the team members and reported a good perception towards both methodologies. In regards to the changing of requirements, XP team accepted the changes easier than the SCRUM team.

In university courses, students need to develop working software without disregarding good practices; they also need to be exposed to experiences that lead them to pertinent learning experiences for present and future challenges. Students should be helped by their teachers in achieving these goals. Since agile software development is extensively used in industry, it needs to be addressed in university courses, and teachers should evaluate different approaches to present the most suitable scenarios for learning agile practices during the course. This evaluation must be based on empirical evidence and the concrete attributes of the learning environment in which agility will be taught. These evaluations will help to succeed in the teaching and learning processes of software development, a field that has been identified as complex because of the several competencies students have to develop.

References

- Abrahamsson, P., Ihme, T., Kolehmainen, K., Kyllönen, P., & Salo, O. (2005). *Mobile-D for Mobile Software: How to Use Agile Approaches for the Efficient Development of Mobile Applications*. Finland: VTT Technical Research Centre of Finland.
- Arman, N., & Daghameen, K. (2007). Teaching Software Engineering Courses: When? *The International Conference on Information Technology*.
- Ávila Domenech, E., & Meneses Abad, A. (2013). DelfDroid y su comparación evaluativa con XP y Scrum mediante el método 4-DAT. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 16-23.
- Beck, K., & Andres, C. (2005). *eXtreme Programming explained. Embrace Change*. United States: Addison Wesley.
- Beck, K., & et., a. (2001). *Manifiesto for Agile Software Development*. Retrieved on May 1st, 2016 from <http://agilemanifesto.org/>
- Blanco, P., Camarero, J., Fumero, A., Werterski, A., & Rodríguez, P. (2009). *Metodología de desarrollo ágil para sistemas móviles. Introducción al desarrollo con Android y el iPhone*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Coman, I. D., Robillard, P. N., Silliti, A., & Succi, G. (2014). Cooperation, collaboration and pair-programming: Field studies on backup behavior. *The Journal of Systems and Software*, 124-134.
- Copeland, L. (2001). *Extreme Programming*. Retrieved on January 15th, 2016 from Computer World: http://www.computerworld.com/s/article/66192/Extreme_Programming
- da Silva Estácio, B. J., & Prikladnicki, R. (2015). Distributed Pair Programming: A Systematic Literature Review. *Information and Software Technology*, 1-10.
- Devedzic, V., & Milenkovic, S. R. (2011). Teaching Agile Software Development: A Case Study. *IEEE Transactions on Education*, 54(2), 273-278.
- Eclipse. (2015). *Eclipse*. Retrieved on January 15th, 2016 from <http://www.eclipse.org>
- Enríquez, C., & Gómez, P. (2015). A Model for Improving Training of Software Developers in Small Companies. *IEEE Latin America Transactions*, 13(5), 1454-1461.
- Field, A. (2013). *Discovering Statistics using IBM SPSS Statistics*. SAGE Publications Ltd.
- Friesen, J. (2014). *Learn Java for Android Development*. United States: Apress.

- Fuertes A., Y., & Sepúlveda C., J. (2016). Scrum, Kanban and Canvas in the commercial, industrial and educational sector - A literature review. *Revista Antioqueña De Las Ciencias Computacionales*, 6(1), 46-50.
- Gasca Mantilla, M. C., Cmargo Ariza, L. L., & Medina Delgado, B. (2014). Metodología para el desarrollo de aplicaciones móviles. *Tecnura*, 20-35.
- Gironés, J. (2014). *El gran libro de Android*. España: Marcombo.
- Hazzan, O., & Dubinsky, Y. (2007). Why Software Engineering Programs Should Teach Agile Software Development. *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, 32(2), 1-3.
- J. Fariá, E. S., Yamanaka, K., & Tavares, J. A. (2012). eXtreme Learning of Programming - A Methodology Based in eXtreme Programming to Programming Learning. *IEEE Latin America Transactions*, 10(2), 1589-1594.
- Juristo, N., & M., A. (2001). *Basics of Software Engineering Experimentation*. Springer.
- Kendall, & Kendall. (2013). *Systems Analysis and Design*. United States: Prentice Hall.
- Kofune, Y., & Koita, T. (2014). Empirical Studies of Agile Software Development to Learn Programming Skills. *Systemics, Cybernetics and Informatics*, 12(3), 34-37.
- Kropp, M., & Meier, A. (2013). Teaching Agile Software Development at University Level. *IMVS Fokus Report*, 15-20.
- Kropp, M., & Meier, A. (2014). New Sustainable Teaching Approaches in Software Engineering Education. *2014 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. Istanbul, Turkey.
- Kuanli, Pavur, & Keeling. (2006). *Introduction to Business Statistics*. South-Western College Pub.
- Letelier, P., & Penadés, M. (2006). Metodologías ágiles para el desarrollo de software: eXtreme Programming (XP). *Técnica Administrativa*, 5(26).
- McHugh, O., Conboy, K., & Lang, M. (2011). Using Agile Practices to Influence Motivation within IT Project Teams. *Scandinavian Journal of Information Systems*, 85-110.
- McHugh, O., Conboy, K., & Lang, M. (2012). Agile Practices: The Impact on Trust in Software Project Teams. *IEEE Software*, 71-76.
- Papatheocharas, E., & Andreou, A. S. (2014). Empirical evidence and state of practice of software agile teams. *Journal of Software: Evolution and Process*, 855-866.
- Plonka, L., Sharp, H., van der Linden, J., & Dittrich, Y. (2015). Knowledge transfer in pair programming: An in-depth analysis. *Int. J. Human-Computer Studies*, 66-78.
- Prabu, P., & Duraisami, S. (2015). Impact of Pair Programming for Effective Software Development Process. *International Journal of Applied Engineering Research*, 10(8), 18969-18986.
- Pressman, R. (2014). *Software Engineering: A Practitioner's approach* (6 ed.). United States: McGrawHill.
- Rigby, D., Sutherland, J., & Takeuchi, H. (2016). Embracing Agile. *Harvard Business Review*, 40-50.
- Rizwan, M., & Qureshi, J. (2011). Agile software development methodology for medium and large projects. *IET Software*, 6(4), 358-363.
- Rodriguez, G., Soria, Á., & Ocampo, M. (2015). Virtual Scrum: A Teaching Aid to Introduce Undergraduate Software Engineering Students to Scrum. *Computer Applications in Engineering Education*, 23(1), 147-156.
- Salleh, N., Mendes, E., & Grundy, J. (2014). Investigating the effects of personality traits on pair programming in a higher education setting through a family of experiments. *Empirical Software Engineering*, 19(3), 714-752.
- Sancho-Thomas, P., Fuentes-Fernández, R., & Fernández-Manjón, B. (2009). Learning teamwork skills in university programming courses. *Computers & Education*, 53(2), 517-531.

- Schroeder, A., Klarl, A., Mayer, P., & Kroiss, C. (2012). Teaching agile software development through lab courses. *Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2012 IEEE*. Marrakech.
- Serrador, P., & Pinto, J. K. (2015). Does Agile work? - A quantitative analysis of agile project success. *ScienceDirect*, 1040-1051.
- Sims, C., & Johnson, H. L. (2012). *SCRUM: Abreathtakinly Brief and Agile Introduction*. Lexington, KY, EU: Dymaxicon.
- Singh, G., Mishra, A., Singh, H., & Upadhyay, P. (2015). Empirical study of agile software development methodologies: a comparative analysis. *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, 40(1).
- Soria, Á., Campo, M. R., & Rodríguez, G. (2012). Improving Software Engineering Teaching by Introducing Agile Management. *13th Argentine Symposium on Software Engineering*.
- Vogel, L. (2013). *Eclipse 4 Application Development: The complete guide to Eclipse 4 RCP development*. Vogel.
- von Wangenheim, C. G., Savi, R., & Ferreti Borgatto, A. (2013). SCRUMIA - An educational game for teaching SCRUM in computing courses. *The Journal of Systems and Software*, 2675-2687.
- Yetunde, A., & Kolade, W. (2015). Integrating usability work into a large inter-organisational agile development project: Tactics developed by usability designers. *The Journal of Systems and Software*, 54-66.
- Zuill, W. (2014). *Mob Programming: A whole Team Approach*. Retrieved on February 2nd, 2016 from <http://www.agilealliance.org/files/6214/0509/9357/ExperienceReport.2014.Zuill.pdf>

[INNOVUS]

Una propuesta de modelo para introducir metodologías activas en educación superior

Juan Silva Quiroz
Daniela Maturana Castillo
Universidad de Santiago de Chile

Resumen

Las educación superior atraviesa en la actualidad por un desafiante momento de transición en sus modelos formativos. Existe la necesidad de repensar los diferentes elementos y actores que dan vida a la formación: profesor, alumno, materiales, evaluación, contenidos, actividades, tecnologías y metodologías. En este escenario las metodologías como elemento guía de la formación adquieren vital importancia, especialmente aquellas que favorecen un rol activo del estudiante, el aprendizaje significativo, la colaboración y autonomía. Este artículo presenta una propuesta de modelo para facilitar el uso de las metodologías activas en educación superior, colocando al estudiante al centro del proceso de enseñanza y aprendizaje, articulando los diferentes elementos que conforman la experiencia formativa. Se presentan las problemáticas de la docencia en Educación Superior, las metodologías activas, las tecnologías de la información y comunicación como herramientas para favorecer ese tipo de metodologías y finalmente una propuesta de modelo que integra todos estos aspectos.

Palabras clave

Aprendizaje activo, educación superior, metodología de la enseñanza, tecnologías de la información y comunicación, metodologías activas.

A proposal of a Model for the introduction of active methodologies in Higher Education

Abstract

Higher education is currently going through a challenging moment of transition in its educational models. There is a need to rethink the different elements and actors that form the basis of education: professors, students, materials, evaluation, content, activities, technology and methodologies. In this scenario, the methodologies as a guiding element of education takes on vital importance, especially those that favor the active role of the student, meaningful learning, collaboration and autonomy. This article presents the proposal of a model to facilitate the use of active methodologies in higher education, placing the student at the center of the learning and teaching process, bringing together the different elements that make up the educational experience. The context and problems of contemporary teaching in higher education is presented, as well as active methodologies and information and communications technology as tools to

Keywords

Active learning, active methodologies, higher education, information and communications technology, teaching methodology.

Recibido: 01/04/2016

Aceptado: 27/08/2016

favor these methodologies; in conclusion we present a proposal for a model that combines all these different aspects.

Introducción

Para que los estudiantes puedan adquirir el conocimiento y habilidades esenciales para desenvolverse adecuadamente en el ámbito social y profesional en el siglo XXI, es necesario transitar de una enseñanza centrada en el profesor a una centrada en el estudiante. El éxito de este tránsito requiere plantearse modificaciones en la forma de concebir e implementar el proceso de enseñanza y aprendizaje y el rol del alumno y del profesor en estos escenarios formativos. Así como los elementos esenciales de la formación como los contenidos, las actividades y la evaluación entre otros.

Las teorías de aprendizaje centradas en el alumno han promovido el uso de las metodologías activas, en tanto estrategias didácticas a disposición de los docentes que son valiosas herramientas para transformar la docencia y el proceso de enseñanza-aprendizaje. Esas son metodologías que ponen al estudiante al centro del proceso, donde la docencia no gira en función del profesor y los contenidos, sino en el alumno y las actividades que éste realiza para alcanzar el aprendizaje.

Este artículo presenta una propuesta de modelo para implementar las metodologías activas en educación superior. Para implementar con éxito este modelo, es necesario el conocimiento de las metodologías activas, el aprendizaje en los contextos actuales y el uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) como herramientas de apoyo.

El aprendizaje en la universidad actual

Los actuales contextos de democratización en el acceso de la educación superior, con su consecuente cambio en la composición del alumnado, llevan a pensar en nuevas formas de abordar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Las estrategias tradicionales no permiten dar respuesta a las necesidades formativas de los actuales estudiantes universitarios, dada la democratización de la matrícula universitaria, la diversidad en la composición del alumnado y la necesidad de un mayor acompañamiento para orientar su aprendizaje profundo (Biggs, 2008). El desafío para la docencia universitaria es, entonces, transitar desde un enfoque del proceso de enseñanza aprendizaje que transmite información a uno que promueve la participación de los estudiantes.

En la concepción socio-constructivista, el aprendizaje se genera cuando el estudiante participa activamente en su proceso,

construyendo significados a partir del contenido, desarrollar actividades concretas y elaborar propuestas a partir de la colaboración de los profesores y sus pares. Se aprende realmente cuando se generan contextos que impelen al estudiante a orientar su proceso desde un enfoque profundo (Biggs, 2008; Rué, 2007).

El enfoque de aprendizaje profundo refiere a la disposición que muestra un estudiante al abordar una determinada tarea de manera significativa, lo que implica interés y desafío, más allá de una motivación extrínseca, como lo podría ser una calificación o la presión docente (Zabalza, 2007). Por el contrario, el aprendizaje superficial refiere al poco interés genuino que demuestra un estudiante por una determinada tarea, lo que le lleva a no comprender un determinado tema, sino a focalizarse en aquellos aspectos que le permiten simplemente cumplir con las exigencias mínimas.

Los enfoques de aprendizaje –superficial o profundo– refieren a formas de aprender una tarea y no a características de los estudiantes (Biggs, 2008). La adopción por parte de un estudiante de un determinado estilo de aprendizaje no depende exclusivamente de sus características personales, sino que se vincula directamente con la relación formativa, ya que la organización de las actividades podrá generar mayor o menor activación personal (Rué, 2007).

La formación universitaria logrará que sus estudiantes alcancen aprendizajes profundos y estables en el tiempo, si promueve la construcción colaborativa de los aprendizajes, integrando los conocimientos previos y situando las experiencias de aprendizaje. Lograrlo requiere en primer lugar que los profesores aprecien la naturaleza de esta concepción sobre el aprendizaje y en segundo lugar, el más importante, que planifiquen la enseñanza considerando esta transformación.

Centrar el aprendizaje en el estudiante, requiere una acción docente con enfoque en el aprendizaje en lugar de la enseñanza. El profesor adquiere las competencias para crear y orquestar ambientes de aprendizaje complejos, incorporando a los alumnos en actividades donde puedan construir el conocimiento en ambientes de interacción social y personal; fomentando la colaboración, la reflexión, el análisis y la crítica con capacidad para rentabilizar los diferentes espacios en donde se produce el conocimiento (Unesco, 2004). La inserción de las TIC en la docencia demanda un profesional competente en saber qué información necesita y saber cómo aplicarla, diseñador de ambientes de aprendizaje mediados por TIC con capacidad para aprovechar los diferentes espacios en donde se produce el conocimiento (Unesco, 2004).

En un proceso de aprendizaje centrado en el estudiante, éste es un actor principal y debe estar dispuesto a trabajar en equipo, demostrar flexibilidad, proactividad y autonomía, junto con una disposición permanente hacia la reflexión. La Tabla 1 resume el cambio de rol de estudiantes y docente en un aprendizaje centrado en el alumno.

Tabla 1. Rol del docente y alumno en entornos de aprendizaje centrados en el alumno

Actor	Cambio de:	Cambio a:
Rol del docente	Transmisor de conocimiento, fuente principal de información, experto en contenidos y fuente de todas las respuestas	Facilitador del aprendizaje, colaborador, entrenador, tutor, guía y participante del proceso de aprendizaje
	El profesor controla y dirige todos los aspectos del aprendizaje	El profesor permite que el alumno sea más responsable de su propio aprendizaje y le ofrece diversas opciones
Rol del alumno	Receptor pasivo de información	Participante activo del proceso de aprendizaje
	Receptor de conocimiento	El alumno produce y comparte el conocimiento, a veces participando como experto.
	El aprendizaje es concebido como una actividad individual	El aprendizaje es una actividad colaborativa que se lleva a cabo con otros alumnos.

Fuente: Newby *et al.*, 2000 en Unesco 2004, p. 28.

Este cambio de roles de estudiantes y profesores se evidencia en la planificación de la enseñanza, definida sobre la base de metodológicas activas que permiten de manera efectiva posicionar a los estudiantes en su rol protagónico sobre el aprendizaje (López, 2007). Las actividades tendrán sentido si se plantean alineadas constructivamente, es decir, si existe relación de coherencia que entre los propósitos o resultados de aprendizaje, las actividades de enseñanza y aprendizaje y la evaluación de una asignatura (Biggs, 2008; Rué, 2007). Las actividades de enseñanza planificadas deben permitir al estudiante alcanzar, durante el proceso formativo, los resultados de aprendizaje.

Los nuevos aprendices

Presenciamos una generación de jóvenes, la cual está fuertemente identificada y familiarizada con el uso de las tecnologías, se han formado y han crecido en la era digital. Se caracterizan por superar a sus profesores/adultos en el dominio de las tecnologías y tienen más fácil acceso a datos, información y conocimientos que circulan en la red; viven en una cultura de interacción y su paradigma comunicacional se basa en la interactividad al usar un medio instantáneo y personalizable como Internet (Oblinger y Oblinger, 2005). Esta generación de estudiantes vive la tecnología como parte de su entorno habitual, para ellos la información y el aprendizaje no están relegados a los muros del aula, ni es ofrecida en forma exclusiva por el profesor.

Un estudio sobre el uso de la Internet en las universidades Catalanas, llegó a la conclusión que los estudiantes que presentan un uso intensivo y creativo de las herramientas de la Web especialmente herramientas web 2.0, suelen tener más problemas para adaptarse a la enseñanza tradicional que la universidad les ofrece, incluso presentando bajas en el rendimiento (Duart *et al.*, 2008). Esto último no se asocia con falta de capacidades, sino porque esperarían educarse en ambientes más creativos que utilizan las herramientas TIC empleadas normalmente en sus vidas. Se requiere previamente, por tanto, del uso innovador de las TIC para convertir al estudiante en un actor protagónico de su aprendizaje, permitiéndole opinar, interactuar y aportar conocimiento a la red (Pedró, 2006).

La literatura muestra que no hay una generación digital homogénea, se presentan diferentes perfiles derivados del acceso a los aparatos tecnológicos, las horas de exposición frente a ellos y los tipos de usos (Kennedy, 2009). Las autoras Escofet, García y Gros (2012) hacen énfasis en el uso diferenciando de las tecnologías que realizan los jóvenes. Su conclusión, es que usan las TIC para vivir, pero no para aprender o desenvolverse en las labores prácticas del trabajo formativo. Poseen habilidades tecnológicas que utilizan en actividades sociales y de ocio, pero no son capaces de transferirlas directamente a sus procesos de aprendizaje y construcción de conocimiento.

Existen diferentes aproximaciones al tema de las nuevas generaciones y su relación con el mundo digital, éstas pueden ordenarse según su enfoque en tres categorías: el extendido uso de las TIC, el impacto de la inmersión digital particularmente en el aprendizaje; las características personales y el comportamiento distintivo de esta generación (Bullen, Morgan y Qayyum, 2011). Las dos últimas categorías tienen particular relevancia en la implementación modalidades de aprendizaje a distancia abiertas y flexible, como las que ofrecen las plataformas online, los MOOC, el *m-learning*, *Serious Game*, entre otras tecnologías que facilitan el aprendizaje en línea.

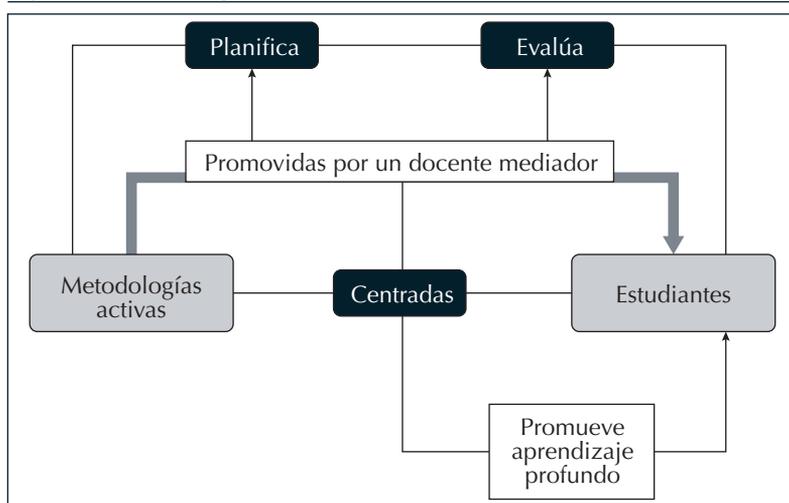
Metodologías activas

Por metodologías activas entendemos aquellos métodos, técnicas y estrategias que utiliza el docente para convertir el proceso de enseñanza en actividades que fomenten la participación activa del estudiante y lleven al aprendizaje (Labrador y Andreu, 2008). Corresponden a aquellas metodologías que materializan este cambio en la forma de entender el aprendizaje, ya que se centran en las actividades más que en los contenidos, lo que implica cambios profundos en el actuar de profesores y estudiantes. Esto implica modificar la planificación de las asignaturas, el desarrollo

de las actividades formativas y la evaluación de los aprendizajes, de manera tal que se promueva el alineamiento constructivo

Pensar el proceso formativo desde estas metodologías activas no significa incorporar actividades aisladas que promuevan la participación, sino que implica pensar la docencia al servicio del estudiante. El docente adquiere un carácter mediador que permite enfocar las disposiciones de aprendizaje profundo, a través de actividades que posibilitan en el estudiante la participación, cooperación, creatividad y reflexión sobre la tarea. (Figura 1).

Figura 1. Metodologías activas



Fuente: Elaboración propia.

Usar estas metodologías implica centrar el proceso en las actividades por encima los contenidos, aun cuando esta última ha sido la forma de estructurar la enseñanza tradicionalmente. Los contenidos siguen existiendo pero cobran sentido en el contexto de las actividades. Gros (2011) establece diferencias entre concebir el proceso de enseñanza centrado en los contenidos o centrado en las actividades (Figura 2).

A partir del análisis de la Figura 2, se observa que el aprendizaje centrado en el alumno es de un mayor nivel de compromiso y trabajo del estudiante, favoreciendo la autonomía y generando competencias para el aprender a aprender en colaboración con los compañeros. Esto le entrega un rol protagónico, se favorece el aprendizaje colaborativo y autónomo (Rué, 2007). Permite desarrollar en el estudiantes habilidades de orden superior, como son: la colaboración, autoapredizaje, etc, demandadas por la sociedad del conocimiento y útiles no tan sólo para la vida académica sino también para la profesional (Zabalza, 2007).

Figura 2. Aprendizaje basado en contenido vs Aprendizaje centrado en actividades

Aprendizaje centrado en los contenidos	Aprendizaje centrado en las actividades
El estudiante suele ser reactivo y pasivo, a la espera de lo que diga o decida el docente.	➤ Los estudiantes tienen una implicación activa en su aprendizaje, sin esperar que el docente decida por ellos.
El margen de decisión del estudiante es pequeño	➤ Mucha libertad para los estudiantes y espacio para las propias decisiones en cuanto a ciertos elementos importantes de su aprendizaje.
Se fomenta un aprendizaje individual.	➤ Se fomenta un aprendizaje en colaboración con los compañeros.
Los estudiantes no tienen muchas oportunidades para aprender autónomamente.	➤ Los estudiantes tienen ocasiones de ser autónomos en su aprendizaje.
Competencias memorísticas y de replicación de contenidos.	➤ Competencias relacionadas con procesos, con una orientación a resultados, y a la búsqueda, selección y manejo de información.
La educación personal y profesional a menudo está restringida a periodos determinados de la vida.	➤ Educación personal y profesional a lo largo de la vida.

Fuente: Gros, 2011, p. 39.

Para el desarrollo de un proceso formativo centrado en la actividad por encima del contenido, se han diseñado e implementado una amplia variedad de metodologías activas. Se considerarán dentro de estas metodologías: Análisis de casos, Aprendizaje basado en problemas (ABP), Aula Invertida, Aprendizaje basado en equipos, Aprendizaje y Servicio (A+S), juego de roles, debates, entre otras.

El *Análisis de casos* es una metodología que se caracteriza por ser un análisis pormenorizado de una situación, real o creada, pero factible, que recree las condiciones del medio laboral del futuro profesional. Su formato puede ser escrito, audiovisual o a partir de la observación no participante. Para su implementación se requiere de los estudiantes que analicen el caso y observen sus diferentes implicancias, aplicando principios, conceptos y teorías propias del curso. El docente debe plantear preguntas que ayuden al análisis. Finalmente, los estudiantes elaboran un análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) del caso estudiado. En esta metodología, la evaluación debe considerar los progresos que los estudiantes han realizado y las condiciones en que se han llevado a cabo. Por lo tanto, no solo es relevante el producto final, sino que el proceso a través del cual los estudiantes logran llegar a ese producto, lo que obliga a pensar la evaluación

de manera integrada en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Labadador, Andreau y González-Escrivá, 2008).

El *Aprendizaje basado en problemas* (ABP), es una metodología que asume los problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los aprendizajes. Permite al estudiante enfrentar situaciones problema de la vida cotidiana y/o asociadas a su profesión, y desde allí moviliza un conjunto de recursos para aproximarse a su resolución (Díaz Barriga, 2005). Requiere de parte del estudiante que éste reflexione sobre el problema, discuta y plantee hipótesis para su resolución, considerando sus aprendizajes previos sobre el tema, exploran posibles estrategias para enfrentar el problema con apoyo de la información pertinente, y finalmente comprueban la hipótesis a través de los antecedentes recopilados y la fundamentación de sus respuestas, por lo tanto, se refiere a un enfoque inductivo donde los estudiantes simultáneamente aprenden del contenido y resuelven problemas reales (Atienza, 2008). Con el fin de resguardar el alineamiento constructivo, la evaluación en esta metodología debe ser un proceso donde se valore el uso de la información por sobre la memorización de la misma, la integración de los aspectos teóricos del curso y la transferencia de lo aprendido a nuevos problemas.

En la metodología de análisis de caso o de ABP, es imprescindible asegurar la articulación real entre teoría y práctica, que además promueva la integración entre saberes conceptuales, procedimentales y actitudinales, evitando las escisiones artificiales ente conocimiento conceptual y su aplicación práctica (Coll, Mauri y Onrubia, 2006).

El *Aula Invertida* o *Flipped Classroom*, es una metodología que invierte el orden de una clase tradicional, la presentación del contenido se realiza antes de la clase presencial por medio de videos breves, audios o lecturas, entre otros insumos, que los estudiantes revisan en el trabajo autónomo previo a la sesión. La clase presencial está centrada en la realización de actividades donde se utiliza el contenido abordado previamente por los estudiantes. A partir del reconocimiento de la importancia del dominio del contenido, la comprensión ampliada se alcanza con la mediación docente al momento de resolver la tarea (Schneider, Froze, Rolon y Mara de Almeida, 2013).

El *Aprendizaje basado en equipos* (*Team learning*) busca generar aprendizajes a través del trabajo cohesionado de grupos heterogéneos de estudiantes, los que van logrando mayores grados de autonomía y de responsabilidad, en la medida que la estrategia se replica durante el curso académico. Para su correcta implementación, es necesario que el profesor propicie instancias de retroalimentación permanente y que diseñe tareas que consideren las siguientes características: desafiantes para el desarrollo del pensamiento complejo; precisas y breves, pero que movilicen

distintos conocimientos; impliquen toma de decisiones. (Michaelson, Davidson & Major, 2014)

El *Aprendizaje y Servicio (A+S)*, es una metodología que se basa en la integración entre el aprendizaje basado en la experiencia y el servicio que contribuye a dar soluciones reales frente a una problemática comunitaria (Martínez, Martínez, Alonso y Gezuraga, 2013), junto con generar la posibilidad de un espacio de formación en valores para los estudiantes (Jouannet, Salas y Contreras, 2013). De esta forma, la acción formativa basada en el servicio transforma y da sentido a los aprendizajes activos, promoviendo la solidaridad (Puig, Gijón, Martín y Rubio, 2011). Para la implementación de esta metodología se requiere del diseño de un curso que posicione la reflexión como un eje articulador del proceso de aprendizaje. Se debe permitir que los estudiantes antes, durante y después del proceso, comprendan todos los aspectos que envuelven su intervención en una determinada comunidad, al mismo tiempo que favorece la resignificación de la intervención desarrollada. La metodología impele al estudiante a relacionar los contenidos del curso con la experiencia de servicio, formular preguntas, proponer teorías y planes de acción y expresar sus ideas (Jouannet, Salas y Contreras, 2013)

Las metodologías expuestas son solo una muestra, de aquellas que el docente puede considerar en la planificación de la enseñanza. Cualquiera de éstas suponen una invitación a que los estudiantes actúen de manera activa en función de los propósitos definidos para el curso, teniendo claridad de éstos (Webster, Chan, Prosser y Watkins, 2009), por lo que la planificación adquiere un rol muy relevante, ya que permitirá definir aquella propuesta más adecuada en función de los propósitos formativos, que sea desafiante para los estudiantes y que se pueda implementar según las condiciones de contexto en que se encuentre el docente (Fernández, 2006).

Las TIC como apoyo a las metodologías activas

Las TIC se insertan de manera exitosa en la educación cuando van de la mano con cambios metodológicos que promueven la participación activa de los estudiantes. Durante los primeros años de utilización de las TIC, los proyectos se centraron en la innovación técnica para crear entornos de aprendizaje basados en la tecnología, ahora el foco es el alumno mismo, así como la metodología (Salinas, 2004). Las TIC se conciben como instrumentos de apoyo y mejora de las formas de ayuda educativa a los estudiantes, y de promoción de sus capacidades de aprendizaje autónomo y autorregulado (Coll, Mauri y Onrubia, 2006).

De esta manera, el advenimiento de las TIC no implica necesariamente la creación de nuevas metodologías, sino que las ya

existentes se potencian a partir de las posibilidades que ofrecen las TIC de búsqueda y acceso a información, interacción y colaboración, ampliando así la clase más allá de las fronteras del aula. Para Mason (1998), la utilización de las TIC abre nuevas perspectivas respecto a una enseñanza mejor, apoyada en entornos en línea cuyas estrategias son prácticas habituales en la enseñanza presencial, pero que ahora son simplemente adaptadas y redescubiertas en su formato virtual. Por lo tanto, existe una serie de técnicas que facilitan la implementación de metodologías activas a través del uso de TIC (Salinas, Pérez y De Benito, 2008). La Tabla 2 muestra para diferentes técnicas, propuestas de metodológicas basadas en el uso de TIC.

Las TIC pueden ser utilizadas como apoyo al trabajo colaborativo en pequeño grupo de los estudiantes, como soporte al seguimiento, apoyo y tutoría por parte del profesor, y como apoyo a la reflexión y regulación de los estudiantes sobre su propio proceso de trabajo y aprendizaje, ampliando así, la efectividad de la docencia universitaria (Coll, Mauri y Onrubia, 2006).

Una propuesta de modelo de metodologías activas

Las diversas teorías educativas y metodologías de enseñanza y aprendizaje para su implementación efectiva en los procesos educativos, necesitan articularse para producir modelos que expliciten

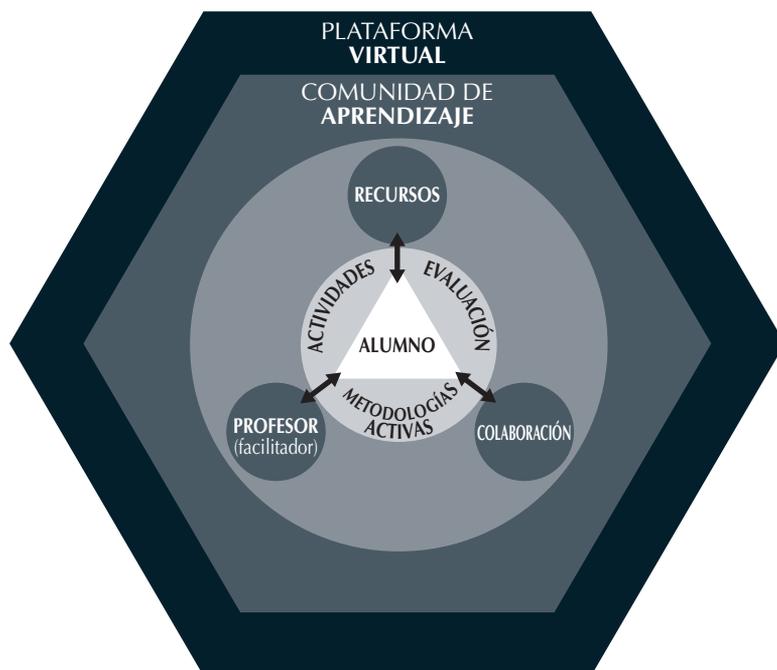
Tabla 2. Metodologías para el trabajo en red

Técnica	Metodología / TIC
Técnicas para la individualización de la enseñanza	<ul style="list-style-type: none"> • Búsqueda y organización de la información (buscadores, organizadores, etc.) • Contratos de aprendizaje • Estudio con materias (presentaciones, artículos en la web, blogs etc.) • Ayudante colaborador
Técnicas expositivas y participación en gran grupo.	<ul style="list-style-type: none"> • Exposición didáctica (conferencias online, videos) • Preguntas de grupo (Foro online o wiki, google drive, etc.) • Simposio o mesa redonda • Tutoría online (herramientas de plataforma, mensajería, chat, videoconferencia, etc) • Exposiciones de los alumnos Presentaciones multimedia, videos, blogs, etc.
Trabajo colaborativo	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo en parejas • Lluvia de ideas (herramientas para mapas mentales o mapas conceptuales) • Simulaciones y juegos de roles • Estudio de casos • Aprendizaje basado en problemas • Investigación social • Debate • Trabajo por proyectos • Grupos de investigación

Fuente: Salinas, Pérez y De Benito, 2008.

a los docentes como articular todos estos aspectos. Presentamos una propuesta (Figura 3) que presenta un modelo para centrar el aprendizaje en el alumno, basado en metodologías activas y con un soporte en plataforma virtual. El modelo reúne las tendencias actuales en metodologías para el aprendizaje activo recogiendo las propuestas metodológicas que sitúan al estudiante el centro del proceso formativo, enriqueciendo el ambiente de trabajo con las potencialidades comunicativas y de gestión de conocimiento que brindan las TIC.

Figura 3. Modelo de metodologías activas centradas en el estudiante



Fuente: Elaboración propia

El soporte tecnológico del modelo es la plataforma virtual o Learning Management Systems (LMS), un espacio para diseñar ambientes de aprendizaje mediados por las TIC. Especialmente a nivel universitario, se ha masificado el uso de LMS integrado como apoyo a la docencia en modalidades: apoyo a la clase presencial, *b-learning* o *e-learning* (García Aretio, Ruiz y Domínguez, 2007; Barbera y Badia, 2004). En el modelo la plataforma es un espacio de apoyo a la formación presencial, y soporte de trabajo de la metodologías activas, es un espacio centrado en el alumno y en las actividades. Para algunos autores esta es la modalidad propicia en los escenarios actuales, pues combina lo mejor de la presencialidad y virtualidad (Mortis, S, Maning, A, García, R. y

Del Hierro, E., 2015). La plataforma, considera las herramientas propias del LMS para desplegar contenidos, la colaboración, interacción, generación de productos, envíos de trabajo y evaluación. Así como las herramientas para acompañar el rol del profesor.

Un segundo aspecto del modelo es la *comunidad de aprendizaje*, concebida como un espacio donde la interacción entre estudiantes y estudiante-profesor son relevantes para la construcción social de conocimiento. Downes (2012), considera que la comunidad de aprendizaje online son entornos educativos superiores al “curso” o “clase reglada”. Una de las claves es el conectivismo que las TIC facilitan permitiendo colaborar y compartir al interior de una comunidad (Downes, 2013). Garrison y Anderson (2005) proponen la comunidad de indagación, que responde al uso de la comunidad virtual para favorecer la investigación en red, basada en tres elementos constitutivos del aprendizaje en red, la presencia: social, cognitivo y docente

Para el éxito del modelo tres aspectos centrales deben articularse: las metodologías activas, las actividades y la evaluación. Las metodologías activas son vitales, se apoyan en un conjunto de herramientas que permite romper con la clase magistral y ofrecer nuevos escenarios formativos. Si el aprendizaje se centra en el alumno entonces de estar centrado en las *actividades*, las que deben considerar las características de los participantes, conocimientos previos del curso, entre otros. En las actividades se despliegan las indicaciones del trabajo a realizar por el estudiante en forma personal o colaborativa para lograr los resultados de aprendizaje propuestos, los cuales pueden ser conceptuales, actitudinales o procedimentales. La *evaluación* debe ser pertinente a las metodologías activa empleadas, no pueden descansar en pruebas o test, sino más bien en productos que permitan evidenciar el nivel de logro de los resultados de aprendizaje.

El modelo se completa con tres aspectos básicos en todo modelo educativo actual: los recursos, el profesor y la colaboración. El *profesor* entendido como un facilitador juega un rol fundamental para acompañar el proceso formativa especialmente desde una dimensión pedagógica y social, velando por el correcto trabajo de los alumnos en las actividades y en constante interacción con el estudiante para guiar y orientar el trabajo. *Recursos* contempla los contenidos o material escrito, presentaciones u otros formatos, de autoría del profesor o equipo docente, videos, artículos disponibles en la web, páginas web, simulaciones, software, etc. Además de las TIC externas a la plataforma como herramientas para generar mapas conceptuales, infografías, lluvias de ideas, blogs, documentos colaborativos, entre otras. La *colaboración* como una instancia de trabajo en conjunto entre estudiantes para el logro de un producto en común. Esto permite al estudiante aprender no tan solo de los recursos y el profesor, sino también de los compañeros, en un escenario de construcción social de conocimiento.

Conclusiones

La docencia en educación superior requiere cambios para responder a las necesidades actuales que demanda la sociedad del conocimiento. Se configura un perfil de ingresos de estudiantes a la educación superior con un alto grado de mediación en sus conductas hacia el estudio y el aprendizaje de las tecnologías, las cuales usan para vivir y para aprender. Por otro lado las demandas del mercado laboral, la dinamización de los puestos de trabajo, requieren competencias asociadas al trabajo en equipo, colaborativo, resolver problemas y compromiso con la sociedad. En este escenario las metodologías activas están llamadas a mostrar un camino de innovación, una oportunidad para alinear la docencia universitaria a las demandas de los nuevos estudiantes y del campo laboral.

El modelo propuesto busca generar un proceso de aprendizaje centrados en el estudiante, a través del uso de las metodologías activas, el desarrollo de actividades centradas en el alumno y una evaluación pertinente. Los recursos de aprendizaje, el profesor y la colaboración están al servicio de la propuesta metodológica, la cual se desarrolla al interior de una comunidad de aprendizaje, mediada por una plataforma virtual. El modelo articula estos aspectos considerados relevantes para llevar adelante con éxito la implantación de las metodologías activas en un contexto de innovación, en los escenarios actuales de desarrollo educativo y tecnológico.

Es una propuesta de modelo que requiere pasar a una fase de implementación y evaluación. Esto permitirá contar con la información necesaria para realizar los ajustes y mejoras necesarios. Es relevante en esta futura etapa realizar los esfuerzos por contar con experiencias sistematizadas que se puedan poner a disposición del mundo académico, para su conocimiento y replicas en otros contextos educativos. Contar con estas experiencias documentadas permitirá ir tomando decisiones en base a la realidad de cada institución, un elemento de vital importancia, para generar políticas docentes institucionales basadas en la evidencia.

Referencias

- Atienza, J. (2008). Aprendizaje Basado en Problemas. En Labrador, M. y Andreau, M.(Ed.) *Metodologías activas* (pp. 11-24). Valencia, ES: Ediciones Universidad Politécnica de Valencia.
- Biggs, J. (2008). *Calidad del aprendizaje universitario*. Madrid, ES: Narcea.
- Barberà, E. y Badia, A. (2004). *Educación con aulas virtuales: Orientaciones para la innovación en el proceso de enseñanza y aprendizaje*. Madrid, ES: Machado.

- Bullen, M., Morgan, T. y Qayyum, A. (2011). Digital Learners in Higher Education: Generation is not the issue. *Canadian Journal of Learning and Technology* 37(1), 1-24. Recuperado de: <http://www.cjlt.ca/index.php/cjlt/article/viewFile/550/298>
- Coll, C.; Mauri, T.; Onrubia, J. (2006). Análisis y resolución de casos-problema mediante el aprendizaje colaborativo. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)* 3(2). doi:10.7238/rusc.v3i2.285
- Downes, S. (2013). The Role of Open Educational Resources in Personal Learning. In McGreal, R., Kinuthia, W. y Marshall, S. (Ed.) *Open Educational Resources: Innovation, Research and Practice* (pp. 203-226). Vancouver, CA: Commonwealth of Learning and Athabasca University. Recuperado de: <https://goo.gl/cdv8Lg>
- Downes, S. (2012). *Connectivism and connective knowledge: Essays on meaning and learning networks*. Recuperado de: http://www.downes.ca/files/books/Connective_Knowledge-19May2012.pdf
- Díaz Barriga, F. (2005). *Enseñanza situada: Vínculo entre la escuela y la vida*. México, MX: McGraw Hill.
- Fernández, A. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. *Educatio siglo XXI*, 24, 35-56. Recuperado de: <http://revistas.um.es/educatio/article/view/152>
- García Aretio, L. (coord.), Ruiz, M. y Domínguez, D. (2007). *De la educación a distancia a la educación virtual*. Barcelona, ES: Ariel
- García, I., Gros, B. y Escofet, A. (2012). La influencia del género en la cultura digital del estudiantado universitario. *Athenea Digital: Revista de pensamiento e investigación social* 12(3), 95-114. Recuperado de: <http://atheneadigital.net/article/viewFile/Garcia/pdf>
- Garrison, D.R y Anderson, T. (2005), *El e-learning en el siglo XXI: Investigación y práctica*. Barcelona, ES: Octaedro.
- Gros, B. (2011). *Evolución y retos de la educación virtual: construyendo en el siglo XXI*. Barcelona, ES: Editorial UOC.
- Gibbs, G. (2004). The impact of training of university teachers on their teaching skills, their approach to teaching and the approach to learning of their students. *Active Learning in Higher Education* 5(1), 87-100, doi:10.1177/1469787404040463
- Jouannet, Ch., Salas, M. y Contreras, M. (2013). Modelo de implementación de aprendizaje servicio (A+S) en la UC: Una experiencia que impacta positivamente en la formación profesional integral. *Calidad en la educación* 39, 197-212. doi:10.4067/S0718-45652013000200007
- Kennedy, G., Judd, T. S., Churchward, A., Gray, K., & Krause, K.-L. (2008). First year students' experiences with technology: Are they really digital natives? *Australasian Journal of Educational Technology* 24(1), 108-122. doi:10.14742/ajet.v24i1.1233
- Labrador, M, y Andreu, M. (2008). *Metodologías activas*. Valencia, ES: Ediciones Universidad Politécnica de Valencia.
- Martínez, B., Martínez, I., Alonso, I. y Gezuraga, M. (2013). El aprendizaje-servicio, una oportunidad para avanzar en la innovación educativa dentro de la universidad del país vasco. *Tendencias Pedagógicas* 21. Recuperado de: www.tendenciaspedagogicas.com/Articulos/2013_21_08.pdf
- Michaelsen, K., Davidson, N. y Major, C. (2014). Team Based Learning Practices and Principles in Comparison with Cooperative Learning and Problem Based Learning, *Journal on Excellence in College Teaching* 25 (3 y 4), 57-84
- Mortis, S, Maning, A, García, R. y Del Hierro, E. (2015). La modalidad mixta: un estudio sobre los significados de los estudiantes universitarios. *Innovación Educativa*, 15(68), 73-97. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/ie/v15n68/v15n68a6.pdf>

- Oblinger, D. y Oblinger, J. (2005). *Educating the Net Generation*. Washington, DC: EDUCAUSE
- Puig, J., Gijón, M., Martín, X. y Rubio, L., (2011). Aprendizaje-servicio y Educación para la Ciudadanía. *Revista de Educación*, número extraordinario 2011, 45-67. Recuperado de: <http://goo.gl/A0RNzj>
- Rué, J. (2007). *Enseñar en la universidad. El EEES como reto para la educación superior*. Madrid, ES: Narcea.
- Salinas, J. (2004). Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. *RUSC Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento Journal (RUSC)*, 1(1). doi:10.7238/rusc.v1i1.228
- Salinas, J., Pérez, A. y De Benito, B. (2008). *Metodologías centradas en el alumno para el aprendizaje en red*. Madrid, ES: Síntesis.
- Schneider, E. Froze, I., Rolon, V., y Mara de Almeida, C. (2013) Sala de Aula Invertida em EAD: uma proposta de Blended Learning. *Revista Intersaberes* 8(16), 68-81. Recuperado de: www.grupouninter.com.br/intersaberes/index.php/revista/issue/view/77
- UNESCO (2004): *Las tecnologías de la información y la comunicación en la formación docente*. Paris, FR: Informe UNESCO.
- Webster, B., Chan, W., Prosser, M., Watkins, D. (2009). Undergraduates learning experience and learning process: quantitative evidence from the East. *High Education*, 58(3), 375-386. doi:10.1007/s10734-009-9200-6

Arqueólogos en Apuros. Un modelo de co-creación escolar en torno al patrimonio arqueológico en México

Jaime Delgado Rubio
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Resumen

La periferia de la ciudad arqueológica de Teotihuacán sufre un proceso gradual de destrucción debido al crecimiento urbano desordenado de sus comunidades contiguas que se asentaron sobre esta, lo que ha generado diversos escenarios de conflicto entre el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) y dichas comunidades. Un problema multifactorial y convergente que requiere de la actuación coordinada de los tres niveles de gobierno. No obstante, en este artículo abordamos esta problemática desde una perspectiva generacional, partiendo del hecho de que, en este momento, contingentes de niños y jóvenes escolares de estas comunidades están formándose una opinión sobre el problema aprendiendo del posicionamiento de los actores en conflicto. En este contexto, presentamos el origen, desarrollo y estado actual de un noticiero arqueológico escolar denominado “Arqueólogos en Apuros” conducido por títeres y con reportajes de los propios escolares, que busca generar un pensamiento crítico sobre el valor, uso y futuro de la conservación de este patrimonio.

Palabras clave

Aprendizaje,
creatividad,
conservación,
innovación
educativa,
Teotihuacán

Archeologists in a Jam. An academic co-creation model and archaeological heritage in Mexico

Abstract

The periphery of the archaeological city of Teotihuacan is going through a gradual process of destruction due to the unorganized urban growth of its neighboring communities; this has caused clashes between the National Institute of Archaeology and History (INAH) and said communities. This is a multifactorial problem that requires coordinated actions on behalf of the three levels of government involved. However, this article discusses the problem from a generational perspective, based on the fact that at this moment groups of schoolchildren and youth from these communities are creating their own opinions of the problem, learning from the placement of the people in conflict. In this context, we present the origin, development and current state of a scholastic archaeological news report called *Archeologists in a Jam*, created with puppets and reported by the schoolchildren themselves, intended to stimulate critical

Keywords

Conservation,
creativity,
educational
innovation,
learning,
Teotihuacan.

Recibido: 16/04/2016

Aceptado: 18/06/2016

thinking about the value, use and future of the conversation of this heritage.

Introducción

La ciudad arqueológica de Teotihuacán ha sido uno de los sitios más emblemáticos de la arqueología mexicana. Se trata de una metrópoli prehispánica construida alrededor del año 100 E.C., con base en el cruce perpendicular de dos grandes calzadas de seis kilómetros de largo cada una –la calzada de los Muertos y la avenida Este-Oeste–, formando cuatro grandes cuadrantes. Se estima que la ciudad alcanzó una extensión de 22 kilómetros cuadrados y una población de más de 200 000 habitantes para su época de esplendor (Millon, 1973).

No obstante, ya en la época colonial, ocho comunidades se asentaron sobre sus vestigios previos, dando lugar a una espiral de crecimiento urbano que hemos denominado “población-servicios-población”, en la que cada nueva construcción e oferta de servicios urbanos atrajo a más población, que a su vez introdujo más servicios. En 1980 esa espiral alcanzó los 60 000 habitantes, dejando como saldo la afectación total o parcial de casi el 50% de la ciudad arqueológica sepultada (Vit y Miró, 2009).

En el año de 1988 el Gobierno de México a través del INAH intentó proteger lo que aún quedaba de la ciudad prehispánica, con el Decreto Presidencial de Protección que establece tres zonas de protección con diferentes formas de restricción para la actividad constructiva en las comunidades, conocido como: *La Poligonal de Protección de 1988*, (*Diario Oficial*, 1988). Este Decreto presentó innumerables imprecisiones técnicas en la configuración de la poligonal que lo sustenta, adoleciendo además de mecanismos de participación y consulta con las comunidades contiguas involucradas, razón por la cual no se contemplaron alternativas de uso de suelo en zonas de restricción absoluta, compra de predios y solares, u otras formas de construcción alternativas.

Las comunidades no se han mantenido estáticas o pasivas a la espera de las reformas de ley que les permitan su participación en la toma de decisiones que atañen a sus territorios, sino que han desarrollado una serie de prácticas sociales para evadir la normatividad ante lo que consideran impuesto. Algunas de las cuales han sido: no firmar ningún documento legal de suspensión de obras de construcción; fingir no conocer la normatividad del polígono; enfrentar con violencia a los notificadores y abogados del INAH; o simplemente cubrir sus construcciones con lonas y plásticos hasta que hayan concluido sus obras. El resultado ha sido que *La Poligonal de Protección*, se convirtió en un campo de conflicto social, en el cual predomina la evasión de la normatividad por parte de los pobladores y la administración de las

inercias por parte de la institución. Eso ha dejado un saldo de destrucción total o parcial del 50% de la ciudad arqueológica sepultada, así como estimaciones que alertan sobre la destrucción casi total para el año 2050 (Vit y Miró, 2009).

Bajo esta perspectiva la conservación de Teotihuacán es un problema multifactorial y convergente que requiere de la intervención de distintas secretarías de Estado, así como de esquemas de participación comunitaria, con capacidades reales de diálogo (Tully, 2007). También queremos visualizar este fenómeno desde una perspectiva generacional, partiendo del hecho de que los niños y jóvenes del valle de Teotihuacán con edades entre 8 y 13 años están formándose un criterio u opinión sobre este problema; ellos aprenden del posicionamiento de los actores en conflicto, es decir, de sus padres, maestros, amigos y vecinos.

Primera etapa del proyecto

¿Qué información tienen los niños y jóvenes sobre este problema para tomar una posición mayormente crítica y reflexiva? Para responder a esta pregunta, decidimos realizar una encuesta a más de 2500 niños y jóvenes de las 22 escuelas primarias y 21 secundarias, ubicadas dentro de *La Poligonal de Protección* arqueológica del valle de Teotihuacán, con las siguientes preguntas. ¿Cuál extensa crees que era la ciudad arqueológica de Teotihuacán? ¿Sabes dónde está tu casa en relación con esta? ¿En qué época se desarrolló? Dime tres cosas que te vengan a la mente cuando escuchas la palabra Teotihuacán.

El resultado de esta consulta indicó que el 85% de los escolares no pudieron ubicar la época en la que se desarrolló la antigua cultura teotihuacana, el 87% no acertó al definir su extensión, el 75% respondió que Teotihuacán se integró únicamente por las Pirámides del Sol y la Luna, mientras que el 56% confundió a los teotihuacanos con los Mayas, Aztecas u Olmecas. Tal déficit, también lo registramos entre algunos de sus profesores, ya que el 61% de ellos no pudo ubicar cronológicamente a la ciudad arqueológica, mientras que el 13% confundieron a los teotihuacanos con los aztecas o los mayas (Cid, 2013).

El proyecto de divulgación científica parte de la premisa de que los niños y jóvenes escolares situados en una edad intermedia entre la niñez y la adolescencia, están experimentando una etapa crucial en la definición de sus posicionamientos políticos más allá de sus hogares y núcleos familiares afectivos (Velazco, 2002). En este proyecto hay que destacar el número de personas involucradas, ya que hablamos de alrededor de 5000 niños de entre 8 y 13 años, sus padres y más de 200 maestros, cifras que en su conjunto representan aproximadamente el 20% de la población total dentro de la *Poligonal de Protección*.

“Arqueólogos en Apuros”: los orígenes

En el año 2013 planteamos a las autoridades del INAH, crear una estrategia de divulgación científica que coadyuvaría para informar a los escolares sobre esta situación. Se trató de la realización de un noticiero infantil multimedia denominado “Arqueólogos en Apuros” conducido por un grupo de títeres –un conductor, nueve títeres reporteros y un floor manager–, que movilizados en todas direcciones transmiten noticias sobre los nuevos hallazgos arqueológicos y medioambientales, ofreciendo datos precisos sobre la destrucción de la ciudad arqueológica en ciernes (Delgado, 2014).

Imagen 1. Imagen del noticiero “Arqueólogos en Apuros” (Foto tomada por el autor)



Dos fueron los objetivos iniciales del noticiero. El primero consistió en generar procesos de auto-reflexión entre los jóvenes respecto a la destrucción de esta ciudad prehispánica y sus valores educativos y culturales. El segundo fue identificar la relación de estos jóvenes con el patrimonio arqueológico desde su perspectiva local.

Para cumplir con estos objetivos, conformamos un equipo de trabajo multidisciplinario, integrado por un biólogo, una socióloga, un experto en creación digital y dos arqueólogos, quienes construimos los guiones, los títeres y las temáticas del noticiero, teniendo en cuenta que presentaríamos los títeres en vivo y los reportajes video grabados dentro del salón de clase. No obstante, el verdadero desafío consistió en realizar una síntesis pedagógica del discurso técnico arqueológico, para hacerlo más asequible y divertido frente a los niños y niñas, para lo cual empleamos las siguientes herramientas pedagógicas:

1. *Uso de mediadores* (Hall, 1997). Asumiendo que muchos especialistas-arqueólogos pueden ser excelentes académicos, pero eso no los convierte necesariamente en buenos comunicadores. Tomamos la decisión de sustituirlos por

títeres, quienes, de forma dinámica, buscan las respuestas a los misterios de la investigación arqueológica con las mismas dudas e inquietudes que pudieran tener los niños y jóvenes dentro del salón de clase.

2. *La idea de afecto y relevancia.* Sitúa nuestro conocimiento en posiciones más cercanas a las realidades concretas de los niños, una metodología también conocida como *junior pack*, que consiste en jugar a la vida real, pero en pequeño (Perkins, 2009).
3. El *genius loci* traducido como el genio o espíritu del lugar, que consiste en extraer del discurso arqueológico especializado, aquellos elementos que le permitan al público escolar identificar lo que hace único y excepcional a un hallazgo arqueológico. Ello con el objetivo de incrementar su interés al confrontarlos con algo extraordinario (Gándara, 2015).
4. Finalmente utilizamos el *principio de andamiaje* (Vygotsky, 2009). Consiste en recuperar algo que los escolares ya conocían sobre el tema y que era posible escalarlo hacia temas de mayor envergadura. En este dialogo observamos que al salir de nuestra zona de “experto académico” lográbamos mayor empatía con nuestra audiencia.

Antes de continuar con la descripción del noticiero, me gustaría presentar al elenco de títeres conductores y reporteros del noticiero, comenzando con una títere reportera “Kelly Importa”, que representa a una niña encargada de entrevistar a los arqueólogos, incomodándolos con preguntas siempre han ignorado u obviado: ¿cómo caminaban los teotihuacanos? ¿Se enamoraban? ¿Tenían mascotas? ¿Cómo se lavaban los dientes? Otro personaje es el reportero del medio ambiente llamado “Opuntio Espinoza” que representa a un pequeño nopal que vive en la ladera de un cerro cercano a Teotihuacán desde el cual observa el crecimiento de la mancha urbana del valle, nervioso y paranoico advierte a los niños que la mancha urbana ¡nos quiere devorar a todos! Por otra parte, destaca el títere conductor del noticiero “Teoreto de la Piedra” que representa a un arqueólogo atormentado por sus teorías que siente que lo acosan y lo persiguen. Finalmente, el elenco se completa con “Cucharacucho”, “Picoleta” y “Brocha”, tres títeres que representan a las herramientas de trabajo del arqueólogo conductor y fungen como los traductores de sus complejas teorías.

Cuatro fueron los reportajes iniciales del noticiero, comenzando por el más reciente hallazgo de un túnel ubicado por debajo del Templo de la Serpiente Emplumada en Teotihuacán. El encargado del reportaje fue el títere Teoreto de la Piedra, quien entrevistó al arqueólogo Sergio Gómez Chávez, investigador de la Zona Arqueológica, cuestionándolo sobre el significado del conducto subterráneo y sus expectativas de lo que espera encontrar

al final de túnel. Otro reportaje corrió a cargo de Opuntio Espinoza, quien comparó fotografías aéreas antiguas y recientes que muestran el crecimiento de la población del valle sobre la ciudad arqueológica y sus espacios naturales. Finalmente, la reportera Kelly Importa, transmitió un enlace en vivo desde la calzada de los Muertos, preguntándoles a algunos turistas que en ese momento visitaban la zona arqueológica: ¿cuánto creen que medían los antiguos teotihuacanos y cómo creen que caminaban? Durante esa entrevista la situación se tornó divertida en el momento en que los entrevistados accedieron a caminar como supuestamente lo harían los teotihuacanos.

Luego de la presentación del noticiero en 22 escuelas primarias y 21 secundarias del valle de Teotihuacán, quedaba claro que se divertían, pero ¿realmente aprendían algo? Para resolver esta cuestión un equipo de 11 sociólogos de la Universidad Nacional Autónoma de México aplicó 3045 encuestas de entrada y 3040 de salida a los escolares que presenciaron el noticiero, empleando las mismas tópicos para fines comparativos (Sierra, 2003). Los resultados fueron alentadores, ya que el conocimiento sobre la extensión de la ciudad se incrementó de un 2% inicial a un 82% final, un 56% aprendieron por primera vez cual era la estatura promedio de los antiguos teotihuacanos hombres y mujeres, mientras que el 75% pudieron referir los hallazgos del túnel debajo de la Templo de la Serpiente Emplumada (Cid, 2013).

Por otro lado, al final de cada presentación abrimos el debate con los escolares con una pregunta: ¿a quién creen que pertenecen las pirámides? Las repuestas dadas por la mayoría de los escolares fue contundente: a los antiguos teotihuacanos, es decir, a sus constructores. Esta situación contrastó con la misma encuesta aplicada en el año 2008 a 280 adultos del valle de Teotihuacán quienes señalaron que pertenecen al gobierno, al INAH, a "los gringos" a los japoneses o al director de la zona arqueológica, situación que revela la forma en la que se engendra y encarna el conflicto entre diferentes grupos de edad dentro del valle (Delgado, 2008).

Imagen 2. La reportera Kelly Importa desde la calzada de los Muertos en Teotihuacán (Foto del autor)



Con lo expuesto hasta aquí quedó claro que estábamos en la ruta correcta para interesar a los niños y jóvenes en estos temas. A pesar de ello, observamos que seguían sentados sin tener la posibilidad de involucrarse en los procesos de investigación de la noticia, ante lo cual nos preguntamos: ¿qué pasaría si los niños, niñas y jóvenes se involucran de manera activa en el proceso mismo de la investigación arqueológica con la que se construye la noticia?

Segunda etapa del proyecto: el modelo colaborativo

Frente a la idea de otorgarles un rol más activo a los escolares, exploramos un “modelo colaborativo” tendiente a fomentar el aprecio por el proceso mismo de la investigación arqueológica, más que por la retención de información. Para sustentarlo, retomamos algunos conceptos de la teoría del pragmatismo de Dewey (1995), la teoría del aprendizaje colaborativo (Johnson, D, Roger T. y Karl A., 1997) y la teoría del desarrollo cognoscitivo (Piaget, 1979 y Vygotsky, 2009); lo que nos llevó a desarrollar un protocolo de colaboración denominado “Taller de Investigación Arqueológica” (TIA), que fundamentalmente consistió en pedir ayuda a los escolares para investigar algunos tópicos de la noticia, bajo el acuerdo de ser incluidos dentro de un enlace especial en el noticiero.

El protocolo TIA constó de las siguientes fases: 1. Presentación del equipo de trabajo del noticiero a las niñas y los niños en el salón de clase. 2. Plática introductoria para proporcionar al grupo los elementos necesarios para iniciar su investigación (libros, videos y entrevistas). 3. Conformación de equipos de trabajo escolar. 4. Seguimiento de la investigación por parte de nuestro equipo de trabajo y 5. Videograbación del resultado de su investigación frente a sus padres y maestros.

Cinco fueron los talleres implementados en diferentes escuelas primarias, tanto urbanas como semirurales. Hubo diversos obstáculos relacionados –casi siempre– con la disposición de los directivos y maestros para ceder su tiempo de clase. Al final la colaboración rindió frutos: obras de teatro, novelas, maquetas, comics y hasta una representación escenográfica masiva, fueron algunos de los recursos elegidos por los escolares para representar sus investigaciones dentro del noticiero. A continuación, presentamos una síntesis de tres videos que elaboramos con los integrantes del proyecto y subrayando la colaboración de los escolares.

Video: El Cacaclismo

Objetivo: que los escolares reflexionen sobre el manejo del excremento humano en la época prehispánica, e indagar en el misterio de la ausencia de baños en la antigua ciudad de Teotihuacán.

Sinopsis del video: cansados del trato indigno, los títeres que representaban a excrementos tomaron las principales ciudades del mundo. Al principio el títere conductor de noticias “Teoreto de la Piedra” no prestó atención al paro mundial, llamado a ver los videos más graciosos en la internet, pero, luego de percatarse de la gravedad del problema, entrevistó en el estudio del noticiero a la lideresa del paro, el títere “Cakarina Aguado”, quien adujo que, entre los antiguos aztecas, los excrementos cumplían con un ciclo y hasta tenían una diosa. Ante ello le pedimos a los escolares que nos ayudaran a investigar: ¿realmente existió una diosa del excremento entre los aztecas? ¿Es verdad que en esa época, los excrementos cumplían con una función diferente a la que tienen hoy en día?¹

Los niños y niñas realizaron una obra de teatro utilizando títeres que tenían en su casa e indagaron que efectivamente los teotihuacanos utilizaban el excremento humano para el abono de las tierras agrícolas y hasta tenían una diosa llamada Tlazolteotl, vinculada a la fertilidad de las tierras. En este contexto, también construyeron una maqueta de planta tratadora de aguas negras para sanear el río San Juan, (un río arqueológicamente importante en la antigua ciudad de Teotihuacán), que hoy en día es utilizado como drenaje de aguas negras de las comunidades circunvecinas. Con su maqueta, estos jóvenes llamaron a la población a realizar una campaña de limpieza del río.

Video: La mancha urbana

El objetivo del video es que los jóvenes escolares investiguen el crecimiento de la población del valle de Teotihuacán desde 1970 a la fecha, así como las proyecciones de crecimiento urbano futuro y la consecuente pérdida de vestigios arqueológicos y áreas naturales.

Sinopsis del video: El pequeño nopal títere llamado Opuntio Espinoza, asegura haber recibido la visita de su primo nopal robot del futuro “Espinozaibor II”, quien le advierte que de donde viene ya no existen vestigios arqueológicos ni áreas naturales sino que ¡todo el mundo es una ciudad pavimentada!, pidiéndole a su primo ¡que haga algo! Ante esta situación, Opuntio sale a la plaza pública de Teotihuacán con un cartel en el que advierte a los transeúntes los peligros de la mancha urbana. Por otra parte, en el estudio de noticiero se corrió el rumor de que Opuntio se había vuelto loco, sin embargo, el pequeño nopal hizo llegar a la redacción un video en el cual demuestra que lo dicho por su

1 Esta cápsula fue investigada por los alumnos de 5to y 6to grado de la Escuela Primaria “Margarita Maza de Juárez”, en el Municipio de San Martín de las Pirámides.

primero no sólo se está cumpliendo en Teotihuacán sino en muchas partes del mundo. Ante ello le preguntamos a los escolares: ¿es verdad que el crecimiento urbano está afectando las áreas naturales y los vestigios arqueológicos en Teotihuacán? ¿Cuál sería el futuro de la antigua ciudad si persiste el desorden en este crecimiento urbano?²

Aquí, los escolares realizaron un pequeño noticiero con títeres, abordando la extinción de ranas, lagartijas y coyotes del valle de Teotihuacán. Ofrecieron datos concretos acerca del crecimiento de la población actual y la que se estima hacia el 2030. También realizaron una adaptación del libro de Frank Tashlin *El Oso que no lo era* (2014) mediante una obra de teatro en la que se relata la vida de una pequeña rana que inverna en el subsuelo del valle y cuando despertó se encontró en medio de una enorme fábrica.

Video: La alimentación teotihuacana

Objetivo: Que los escolares analicen críticamente el tipo de alimentación de los antiguos teotihuacanos y lo comparen con los que se consumen hoy en día afuera de las escuelas.

Sinopsis del video: Un títere que representa a una mazorca de maíz llamado: “Nacho del Campo” se enamoró de una palomita acaramelada, pero ella lo rechazó por no tener empaque metálico. Ante ello, el pequeño *Nacho* incursiona en una aventura que lo lleva a agregarse todo tipo de conservadores, saborizantes y colorantes artificiales, hasta convertirse en un artista famoso del género “Pop Corn”, sin embargo, sus excesos lo llevan al hospital por una sobredosis de grasas *trans*. En este contexto pedimos a los niños que nos ayudaran a investigar: ¿qué comían los antiguos teotihuacanos? ¿Qué diferencia existe con nuestra comida? ¿Qué sustancias, conservadores y colorantes contienen las sopas instantáneas y los refrescos?³

En esta oportunidad, los escolares formaron dos equipos de trabajo: el primero investigó sobre los alimentos que consumían los antiguos teotihuacanos y sus diferencias con los alimentos industrializados, mientras que el segundo desarrolló un comic que narra la historia de un ambicioso personaje llamado “Pizza Style” que tenía un plan para extender pizzerías alrededor del mundo, hasta que una liga mundial de verduras comandada por una zañahoria lo impidió.

2 La investigación de este tema corrió a cargo de los alumnos de 5to y 6to grado de la Escuela Primaria “Xochicalli”, del Municipio de San Juan, Teotihuacán.

3 La investigación de este tema estuvo a cargo de los alumnos de 5to y 6to grado de la Escuela Primaria “María Flores de Rodríguez”, en el Municipio de San Juan, Teotihuacán.

Con estos talleres, los mensajes “institucionales” llegaban con éxito a su destino, ya que antes del TIA solo un 3% de los escolares tenía una idea aproximada de la forma en la que se manejaba el excremento humano entre los antiguos teotihuacanos, cifras que aumentaron a un 82% luego del TIA. Respecto al video de la mancha urbana, demostró que luego del TIA el 74% de los niños ya saben que la ciudad se extiende por debajo de todo el valle. Situación similar ocurrió con la alimentación teotihuacana, ya que solo 2 de 46 niños sabían que comían los antiguos teotihuacanos, pero luego del TIA, el 77% de los niños se refirieron al ahuate, amaranto, quelites y maíz como alimentos prehispánicos teotihuacanos (Delgado, 2015).

Con estos ejemplos, podemos establecer que la implementación del TIA, generó una apropiación mayormente cuantitativa de la información, sin que supiéramos si tal información les fue realmente significativa. En este sentido un hecho cambio el rumbo del proyecto sucedió en el momento en el cual les preguntamos a los niños y niñas escolares, lo que les gustaría saber de la antigua cultura teotihuacana. Allí, las encuestas de salida indicaban que el 96% de los niños y niñas participantes manifestaron su interés por conocer temas de los antiguos teotihuacanos relacionados con su vivencia cotidiana, por ejemplo, querían saber: ¿de qué se enfermaban? ¿Cómo jugaban? ¿Se cepillaban los dientes? ¿Cómo se vestían? ¿Cómo construían sus pirámides? ¿Qué comían? ¿De qué morían? ¿Cómo enterraban a sus muertos? ¿Tenían mascotas? ¿Se enamoraban?, entre otras.

Las respuestas dadas por los escolares nos indicaron que los intereses de nuestro equipo de especialistas, no necesariamente correspondían a los intereses o preocupaciones de los escolares, ya que los niños y jóvenes manifiestan preocupaciones sobre el pasado relacionadas con sus vivencias concretas o áreas de desarrollo próximo (Ausubel, 2002), situación contraria a los arqueólogos, que debido a su tipo de formación académica, suelen preocuparse por los grandes temas, como las cronologías, las transiciones sociales, las secuencias cerámicas, el origen del Estado y la caída de las grandes civilizaciones. Ante esta situación nos preguntamos: ¿qué pasaría si invertimos la ecuación y fueran los niños y niñas los que decidieran los temas, tiempos y formatos de su propio noticiero?

Tercera etapa: el modelo co-creativo

Para cumplir satisfactoriamente con este propósito, nos movimos en dirección de un proceso co-creativo (Hirzy, 2002; Shakel y Chambers, 2004; Connolly y Cruzado, 2015), entendiendo la co-creación como: “el conjunto de relaciones recíprocas que conectan los activos y las preocupaciones de los jóvenes con las

investigaciones de los académicos y especialistas institucionales, lo cual implica dotar a los participantes de capacidades reales y concretas para la toma de decisión". (Shakel, P. y Chambers, E. 2004, p. 194). Lo cual implica dotar al niño o niña de capacidades reales y concretas para la toma de decisión (Connolly y Cruzado, 2015).

El modelo experimental se realizó con 35 niños y niñas con edades que oscilan de los 9 a los 12 años, de la escuela primaria "Margarita Maza de Juárez", ubicada en el municipio de San Juan Teotihuacán, durante un periodo de tres meses y medio, cubriendo un total 40 horas. La escuela se ubica en un contexto semi-rural y está ubicada sobre los vestigios septentrionales de la ciudad arqueológica de Teotihuacán según el mapa arqueológico y topográfico de René Millon (1973).

Con este antecedente concebimos la co-creación como una re-orientación creativa, donde la información, propuestas y opiniones fluyan en ambos sentidos, es decir, entre los especialistas y los escolares. El modelo se nutrió además con la participación de los maestros y los directivos del plantel escolar, considerando a la arqueología como un medio para involucrar a la comunidad escolar en la toma de decisiones sobre la conservación y revalorización de su patrimonio. Los objetivos de esta nueva etapa fueron los siguientes:

1. Que a través de la toma de decisión los escolares expresen sus intereses y preocupaciones sobre el pasado teotihuacano.
2. Que desarrollen un pensamiento crítico incentivando habilidades cognitivas relacionadas con la capacidad de identificar un problema, ponderar las soluciones organizarse y ser prospectivos.
3. Que los niños y jóvenes escolares identifiquen qué es la arqueología y para qué sirve estudiarla.

Una parte fundamental del modelo consistió en potenciar la capacidad de decisión de los escolares respecto al tema, secciones y medios de ejecución de su noticiero. Lo que estuvo en el centro de este nuevo proceso fue la capacidad de los niños de divertirse, equivocarse y perder el miedo a expresar sus ideas y propuestas.

Por ello, en este modelo subrayamos y pusimos énfasis en las equivocaciones y ensayos de los escolares como el germen de sus procesos creativos, ya que según Robinson (2009) la creatividad ocurre justo cuando los niños se equivocan y tienen la confianza de corregir y comenzar de nuevo, sin juicios de valor o competencia que los lleven a la autocensura. La técnica que realizamos fue similar a la que ocurrió cuando un niño o niña participante, realizó el boceto de su títere que luego construiría, un ensayo donde estuvo implícito la capacidad de crear, borrar y corregir bajo sus

propios parámetros de evaluación. La metáfora del bocetaje se puso en juego al momento de que los niños y niñas jugaron a ser conductores o reporteros del noticiero, decidiendo la estructura del guion. Se hizo necesaria la implementación de seis talleres para potenciar al juego como elemento de distinción, creación y donde era posible equivocarse, corregir e intentarlo de nuevo.

Taller 1. Elección del tema

La decisión del tema fue el eje del nuevo noticiero, para ello utilizamos el método de la Investigación Participativa (IP), en la cual se utilizan tarjetas que los niños y niñas escriben de manera anónima acerca de lo que les gustaría saber de los antiguos teotihuacanos. Se pegan y agrupan en el pizarrón del salón de clase. Esta actividad despliega cinco ventajas pedagógicas y democráticas:

1. Visibilizó en todo momento el proceso participativo.
2. El anonimato hizo un proceso más democrático, al darle el mismo valor a todas las opiniones.
3. Fue equitativo, ya que impidió que los niños o niñas más audaces que monopolizaran la elección del tema.
4. Favoreció la interacción y discusión, durante la agrupación de tarjetas.
5. Fomentó valores democráticos, al reflejar la complejidad que entraña la participación y la toma de decisión colectiva como un ejercicio de ciudadanía.

Imagen 3. Técnica de Investigación Participativa.
(Foto cortesía de Cristina Sánchez Carretero)



Esta técnica ha sido desarrollada con éxito en grupos multidisciplinarios como el DhiGeCs de la Universidad de Barcelona, así como en el proyecto Participat del INCIPIT-CSIC en Santiago de Compostela. No obstante, también tenemos reporte de su imple-

mentación con dibujos en el colectivo “Pintar Obedeciendo”, en Chiapas, México (Hijar, 2011).

El proceso de decisión fue rápido y las propuestas diversas. ¿Los teotihuacanos se lavaban los dientes? ¿Se enamoraban? ¿Tenían novia? ¿Cómo construían sus pirámides?, ¿Se bañaban? ¿Qué idioma hablaban?, entre otras. Al final y por acumulación de tarjetas ganó el tema de los perros ¿si los antiguos teotihuacanos tenían perros? Aquí debo señalar que la mayoría de los escolares se entusiasmaron con la idea de investigarlo, ya que inmediatamente refirieron que tenían uno, dos y hasta ocho perros en sus casas. En este momento descubrimos que este sencillo método incentivó el principio de afecto y relevancia, es decir, la conexión de un tema con sus emociones y eventos significativos de los participantes (Gándara, 2004).

Ello también nos remitió a la teoría del estado de flujo (Csikszentmihalyi, 1975), establece que si el reto pedagógico es demasiado alto o abstracto para los escolares, ellos pueden renunciar por considerarlo demasiado difícil o incomprensible, por el contrario, sí el reto es demasiado bajo, se pueden aburrir. En cambio, con la elección de su tema los escolares se mantuvieron atentos y participativos durante todo el proceso de investigación y videograbación del noticiero, entrando en lo que el autor define como “estado de flujo” que implica la atención hacia un conocimiento emocionante y cercano a su vivencia concreta.

Una vez realizado esto y empleando el mismo sistema de tarjetas (IP), definimos los tópicos del guion, llegando al acuerdo de que el noticiero recrearía de forma ficticia el hallazgo del esqueleto de un perro y su dueño, es decir de un antiguo teotihuacano ya que en el pensamiento indígena mesoamericano se creía que el perro ayudaba a su amo a cruzar un río en el noveno nivel del inframundo.

Imagen 4. Proceso de posproducción del noticiero.
(Foto tomada por el autor)



Taller 2. Construcción de los personajes del noticiero

El paso siguiente fue que los niños construyeran sus propios títeres, desde su boceto, fabricación, voz y personalidad. Aquí nosotros explicamos las diferentes modalidades de títeres –botones, de hilo y de calcetín– y las técnicas para fabricarlos, con el objetivo de que, al final del proceso, los niños se apropiaran de su títere y fueran capaces de actuar frente a la cámara.

Imagen 5. Noticiero “Arqueólogos en Apuros”. Muestra el resultado del diseño, construcción y caracterización de sus propios títeres de su noticiero (Fotos tomadas por el autor)



Taller 3. La investigación

Una vez definido el guion y construidos los personajes, iniciamos con la investigación arqueológica, para lo cual organizamos a los escolares en cinco grupos de trabajo a saber: 1. Arqueólogos, 2. Sociólogos, 3. Demógrafos, 4. Veterinarios y 5. Activistas, dejándole a los niños y niñas la libertad de adherirse al grupo que más le gustara, todo ello bajo la idea de que juntos formáramos un equipo profesional de redacción.

El equipo de niños “arqueólogos” descubrió que efectivamente en el pensamiento indígena mesoamericano se creía que el perro, o su representación de cerámica, eran sepultados junto a su dueño para ayudarlo a cruzar el río en el más allá. También identificó que solo los perros de color café podían hacer esta labor, ante lo cual se preguntaron: ¿por qué solo los perros de ese color y no de otro? Así, los niños arqueólogos entrevistaron al doctor Alfredo López Austin, experto en temas de cosmología mesoamericana, quien aclaró que según las fuentes históricas, los perros negros no podían pasar el río porque estaban “sucios” mientras los blancos tampoco podrían porque están demasiado limpios, aunque también abrió la posibilidad de que los perros cafés se asociaran al inframundo por tener el color de la tierra.

Habiendo resuelto el misterio, los escolares identificaron a Cancerbero como un perro de tres cabezas que custodia la puerta del inframundo en la mitología griega. Mientras que en Egipto se

identificó al dios Anubis, que tenía cabeza de perro y portaba las llaves del inframundo.

Imagen 6. Los niños entrevistan al doctor Alfredo López Austin.
(Foto tomada por el autor)



Imagen 7. Noticiero “Arqueólogos en Apuros”. A la izquierda Ameyatzin Ramirez analizando el papel del perro entre los antiguos griegos, a la derecha Hania Alva narra la vida del dios Anubis.
(Foto tomada por el autor)



Taller 4. Identificación del problema

Con los datos recabados, el equipo de redacción identificó una tesis, es decir, un mensaje corto sobre el valor patrimonial del tema elegido (Veverka, 2015). Para lograrlo analizamos juntos que, independientemente del lugar y tiempo, la humanidad ha visto al perro como un amigo fiel hasta la muerte, y sin embargo hoy se puede ver a muchos de estos abandonados en la calle, atropellados o sacrificados las perrerías municipales, Ante lo cual los escolares identificaron el problema: a lo largo de la historia los perros no han cambiado, pero algunas personas si han cambiado su actitud frente a ellos. Ante lo cual varios niños y niñas adujeron que, si las personas supieran de su historia, quizá volverían a cambiar.

Taller 5. Ponderación de soluciones

Para visualizar las posibles soluciones, el equipo de “sociólogos” realizaron un diagnóstico de campo a cerca de las razones que esgrimen algunas personas para justificar el abandono de sus perros en la calle: 1. Es que no tenemos espacio. 2. Es que nos destrozaron la sala. 3. Es que defecan en el patio. 4. Es que nos vamos a cambiar de casa. 5. Es que nos vamos de viaje y no sabemos dónde dejarlos.

Por su parte el equipo de “demógrafos” investigaron que cada perra en situación de calle, sin esterilizar, pueden tener hasta 16 cachorros al año y los cachorros de sus cachorros tendrán 128 en dos años, en tres años 512, en cuatro años 2.48, en cinco años 12.88, en seis años 67 000, lo cual es casi toda la población de los municipios de San Juan Teotihuacán y San Martín de las Pirámides juntos.

Ante esta situación, el equipo de “veterinarios” investigó que en su comunidad había una campaña de esterilización a bajo costo auspiciada por el Municipio de San Martín de las Pirámides. También localizaron un Alberge de perros en el Municipio de Ixtapaluca Estado de México, que organizó un evento público para recabar fondos y donativos. Frente a esto, el equipo de “activistas” pasó a cada uno de los salones de clase para informar sobre el pasado del perro y de su situación actual, invitando a todos, incluidos los maestros, directivos y padres de familia a donar, logrando recabar más de 55 kilos de croquetas y diversos artículos para perro. Con lo expuesto hasta aquí, podemos establecer que, para los niños y niñas participantes, la investigación no solo generó un entendimiento sobre el significado del perro en la antigüedad, sino que llevó a los niños y niñas a movilizarse buscando transformar su entorno.

Taller 6. Producción y posproducción del noticiero

Actividad kinestésica en la cual los niños representaron a los personajes del noticiero –ya sea en primera persona o a través de los títeres– conductores, reporteros, corresponsales, entrevistadores, etc. Al mismo tiempo de mostrarles a los participantes todos los aspectos técnicos relacionados con la producción de un noticiero: el uso de la pantalla verde, audio, voz en off, luces, claqueta, encuadres, etcétera.

Por ello, este proyecto no solo buscó un producto multimedia, sino un esquema de co-creación escolar, pensado para que los niños y niñas expresen sus preocupaciones sobre la vida de los pobladores prehispánicos, reconociéndose como sujetos instauradores de su propia experiencia (Pardoe, 1992).

Imagen 8. Los niños conductores y reporteros del noticiero se grabaron en pantalla verde para fines de posproducción del noticiero. (Foto tomada por el autor)



Imagen 9. Escolares descubriendo el esqueleto del perro. (Foto tomada por el autor)



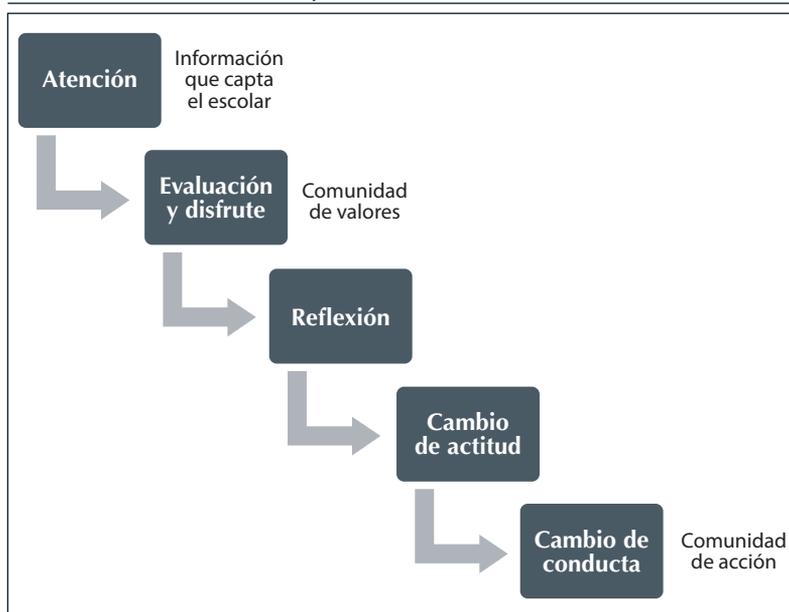
Con la implementación de éste modelo los escolares fueron capaces de identificar un problema, plantearse preguntas, ponderar soluciones, cambiar su actitud y ser prospectivos, cerrando el círculo del aprendizaje significativo propuesto por Gándara (2015) en la Figura 1.

Conclusiones

Habiendo analizado el devenir teórico y metodológico del proyecto podemos concluir lo siguiente. Con el modelo co-creativo es posible romper con la relación vertical y unidireccional de los métodos de divulgación arqueológica tradicionales, al dotar a los participantes de capacidades reales para la toma de decisión, respetando su expresión creativo-espontánea.

Como proceso y método se pusieron en juego las alteridades tanto de los especialistas como de los escolares, generando elementos de reflexión antropológica y pedagógica diferentes de los

Figura 1. Ciclo de la divulgación significativa.
Tomado de Gándara (2015, p. 7)



que pueden resultar de los métodos etnográficos o estadísticos tradicionales.

La acción de los niños y niñas participantes no solo tuvieron un valor informativo, sino formativo, en la medida en que trascendieron el ámbito de la investigación arqueológica, para incursionar en temas éticos y ciudadanos, apuntando a la afirmación de Boly Cottom (comunicación personal durante el seminario: Antropología, Historia y Legislación de la Dirección de Estudios Históricos del INAH, noviembre del 2016) de que los temas patrimoniales se recortan sobre un telón de fondo, que es la formación de ciudadanía.

La voz de los niños y niñas ubicados en el centro del espacio expositivo, emitieron mensajes éticos y morales para salvaguardar lo que aún queda de la ciudad arqueológica y ser proactivos frente a nuestros problemas actuales.

Los intereses de los niños acerca del pasado están mayormente conectados con su presente concreto y con su zona de desarrollo próximo (Ausubel, 2002). Luego entonces para estos escolares el pasado solo tuvo sentido, si les ayuda a reflexionar y resolver un problema de su presente.

Finalmente, una conclusión derivada de la Teoría de la divulgación significativa de Manuel Gándara es que los escolares necesitan emocionarse para aprender y si ello se logra, entonces estarán más atentos durante el proceso de investigación propiciando un cambio de actitud y quizá de conducta.

Con lo expuesto hasta aquí, consideramos que hay que transformar la divulgación de la arqueología, ya que necesitamos una divulgación significativa que, mediante el aprendizaje social y emocional lleve a los niños y jóvenes en México a interesarse en estos temas, al tiempo de reconocer la utilidad del estudio de la arqueología en su vivencia concreta.

Agradecimientos

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACYT de México el patrocinio financiero para la realización de este artículo, también al Instituto de Ciencias del Patrimonio INCIPIT del Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España, principalmente al Dr. Felipe Criado Boado, por creer y proyectar estas iniciativas, así como al doctor Manuel Gándara Ruibal por sus observaciones.

Referencias

- Ausubel, D. (2002) *Adquisición y retención del conocimiento: una perspectiva cognitiva*. Ediciones Paidós, Barcelona.
- Cid, M. (2013) Análisis de la incidencia educativa del noticiero: “Arqueólogos en Apuros”. *Archivo técnico de la Zona Arqueológica de Teotihuacana, proyecto INAH en la Comunidad*. (Documento inédito). Instituto Nacional de Antropología e Historia: México.
- Connolly, R., y Cruzado C. (2015) Co-creating with Indigenous Communities in Huaylas, Peru. En *Engagement and Access: Innovative Approaches for Museums*, edited by Julie Decker, Alta Mira Press, New York.
- Csikszentmihalyi, M. (1975) *Teoría del estado de flujo*. Recuperado el 16 de enero del 2017, de: <http://inmabr04.blogspot.mx/2011/03/en-el-primer-abp-de-esta-asignatura.html>
- Dewey, John. (1995) *Democracia y educación: una introducción a la filosofía de la educación*. Ed. Morata. Madrid.
- Delgado, J. (2008) *Zona Arqueológica de Teotihuacán, problemas y conflictos entorno a su conservación*. (Tesis de maestría inédita). Instituto de Investigaciones Antropológicas. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Delgado, J. (2014) Niños y jóvenes en la escuela, una propuesta para la UNESCO. *Revista Diario de Campo 1 (2)*,17-23.
- Delgado, J. (2015) Taller de Investigación Arqueológica (TIA). Resultados finales, Tomo II. En *Archivo Técnico de la Zona Arqueológica de Teotihuacán*. (Documento inédito). Instituto Nacional de Antropología e Historia: México.
- Diario Oficial de la Federación* (1988) Decreto por el que se declara zona de monumentos arqueológicos el área conocida como Teotihuacán. Recuperado el 24 de febrero del 2017, de <http://sic.conaculta.gob.mx/documentos/754.pdf>
- Didáctica de la Història, la Geografia, i altres Ciències Socials (2010) *Investigación participativa*, *Universidad de Barcelona*. Recuperado el 30 de noviembre del 2016, de: <http://www.ub.edu/dhigecs/index.php>

- Gándara, M. (2004) La interpretación temática: una aproximación antropológica. En *Antropología y Patrimonio: investigación, documentación e intervención*, editado por H. Hernández de León y V. Quintero (pp. 110–124). Editorial Comares, Sevilla.
- Gándara, M. (2015) De la interpretación temática a la divulgación significativa. *Cuadernos técnicos del ENCRyM*, (7), en prensa.
- Hall, S.(1997) El trabajo de la representación. *Representation: Cultural Representations and Signifying* 8 (1),13-74.
- Hirzy, E.(2002) Mastering Civic Engagement: A Report from the American Association of Museums. In *Mastering Civic Engagement: A Challenge to Museums*, (pp.1-108). Ed. The American Association.
- Hijar, C. (2011) Pintar obedeciendo, Mural Comunitario participativo. Recuperado el 11 de septiembre del 2016, de: <http://discursovisual.net/dvweb18/aportes/apohijar.htm>
- Johnson, D., Roger T., Smith, K.(1997) *Cooperative Learning Returns To College: What Evidence Is There That It Works?* University of Minnesota, Minneapolis, Minnesota.
- Millon R. (1973) *Urbanization at Teotihuacan*, Austin, Texas University Press.
- Pardoe,C.(1992) Archers of radii, corridors of power: reflections on current archaeological practice. In: Atwood, B and Arnold, J (Eds.) *Power, knowledge and Aborigines* (pp.138). La Trobe University Press, Melbourne.
- Perkins, D. (2009) *La escuela inteligente: del adiestramiento de la memoria a la educación de la mente*. Ed. Gedisa.
- Piaget, J.(1979) *Psicología y epistemología*. Emecé, Buenos Aires.
- Shackel, P. and Chambers, E. (2004) *In Places in Mind: Public Archaeology as Applied Anthropology*. Routledge, New York and London.
- Sierra. (2003) Función y sentido de la entrevista cualitativa en la investigación social, en: Jesús Galindo Cáceres (coord.) *Técnicas de investigación en sociedad, cultura y comunicación* (pp. 277-346). Ed. Comunicaciones, Barcelona.
- Tashlin, F. (2014) *El Oso que no lo era*. Alfaguara.España.
- Velasco, R. (2002) *La teoría de Eric H. Erikson, sobre el desarrollo psico-social de la personalidad*. Recuperado el 18 de noviembre del 2016 de: <https://psicologiamente.net/desarrollo/teoria-del-desarrollo-psicosocial-erikson>
- Veverka, J. (2015) *Advanced Interpretive planning Museums*. Ltd. Edinburgh.
- Vit, I y Miró, J. (2009) Hacia un Plan integral de protección y desarrollo para el valle de Teotihuacán. En *Bitácora. Revista de Arquitectura de la Facultad de Arquitectura de la UNAM*. 14:9-32.
- Vygotsky, L.S. (2009) *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona, España.

[EX-LIBRIS]

Modelos de investigación en contextos ubicuos y móviles en Educación Superior

Sevillano García, M. L. y Vázquez-Cano, E. (2015)
Madrid: McGrawHill

El libro publicado bajo la coordinación de Esteban Vázquez-Cano y María Luisa Sevillano, presenta en seis capítulos un análisis en torno a la investigación educativa vinculada con la enseñanza en espacios independientes del espacio educativo tradicional universitario. El libro es parte del proyecto de investigación I+D+i, titulado: “Aprendizaje ubicuo con dispositivos móviles: elaboración y desarrollo de un mapa de competencias en Educación Superior” que se desarrolló desde el año 2010.

Esta obra, a diferencia de un texto divulgativo sobre estos recursos, se desarrolla con un planteamiento de investigación metódico y científico para responder a los objetivos propuestos. El libro presenta un modelo mixto que conjuga la teoría abstracta con la praxis descriptiva sobre casos. Desarrolla un marco teórico a partir del contexto educativo de la educación superior universitaria deslocalizada y realiza un ensayo aplicado y concreto. La descripción de los instrumentos creados es trascendente para la recogida de información, lo hace de manera exacta, objetiva, veraz y transferible. Esto es así, dado que en muchas ocasiones no existen pruebas estandarizadas para medir estas realidades educativas que son muy dinámicas, por ello es necesario realizar adaptaciones o crear nuevos instrumentos de observación y cuantificación del objeto de análisis. Construir esos instrumentos suele ser costoso, requiere un análisis preciso sobre el estado de la cuestión y una validación *a posteriori* por diversos sistemas, que permitan tener la certeza de la exactitud y rigor de las herramientas elaboradas.

Se trata de una obra que conjuga la investigación básica con la aplicada, así como el impacto sociocultural y educativo de los resultados. El trabajo ha sido realizado por trece profesores vinculados a cinco universidades españolas (Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), Universidad Complutense de Madrid, Universidad de Oviedo, Universidad de Granada y Universidad de Vigo), coordinados por la profesora María Luisa Sevillano. Cuenta también con la colaboración de otras siete universidades extranjeras, europeas y sudamericanas, que han entrado a formar parte del proyecto.

El contenido del libro sigue la estructura tradicional de investigación. Se inicia con una contextualización normativa del

fenómeno y con un análisis de las propias tecnologías digitales móviles; continúa con el diseño metodológico del proyecto de investigación, abordándolo tanto desde una perspectiva cuantitativa como cualitativa. En el apartado final se recogen los resultados y conclusiones que relacionan recursos ubicuos y competencias asociadas. La obra comienza con una introducción a los medios y a su impacto en las normativas y directrices desde un enfoque educativo. En este primer capítulo se enumeran ideas fundamentales que se han convertido en referencias clave para abordar esta tipología de TIC y recursos educativos tanto desde la visión del docente como la del alumnado, los sistemas y normativas educativas. Es una parte que propicia la reflexión y el debate, porque las perspectivas para trabajar con estas nuevas herramientas son comúnmente muy amplias y abiertas al ensayo.

A continuación se hace una incursión descriptiva en algunas de estas nuevas tecnologías y sus fenómenos asociados, como los cursos masivos abiertos y en línea (MOOC), las nuevas formas de trabajo web vinculadas a la interacción en blogs, la inclusión multimedia y otros espacios colaborativos que también se encuentran actualmente en los dispositivos móviles. También se hace un repaso de las herramientas para exploración de contenidos en las redes sociales, los nuevos espacios creativos en Internet para el estudiante, las experiencias sobre realidad aumentada, así como de otras tecnologías de especial interés. El capítulo finaliza con un repaso a los distintos equipos que configuran los llamados dispositivos móviles digitales, entre otros: teléfonos inteligentes, tabletas, libros electrónicos y algunas de sus aplicaciones específicas (APP).

El tercer capítulo hace un estudio de las partes lógicas del análisis y explicación científica, la investigación empírica, las variables de una investigación y los tipos de estadísticas. Cabe destacar la descripción realizada de nuevos métodos y modelos de investigación centrados en la analítica del aprendizaje, el *Big Data*, la minería de datos y el análisis de redes sociales, que se configuran como otros escenarios del proceso investigador íntimamente relacionados con estas nuevas tecnologías. La elección de instrumentos adecuados para analizar los fenómenos y el proceso de estudio de los datos recogidos, son las fases consecuentes abordadas para medir el logro de los objetivos. Esas fases que se repiten en todo trabajo de investigación aparecen ahora reformuladas dentro del formato concreto de una propuesta de proyecto de investigación, con sus correspondientes instrumentos de medida.

En el capítulo cuarto se hace una cuantificación del uso de dispositivos móviles y sus conexiones a las redes, diferenciando los resultados por países. Resulta especialmente ilustrativa la relación de aprendizajes buscados y encontrados con estos equipos, todo ello desde una visión cuantitativa y una presentación gráfica

rigurosa. En el capítulo siguiente el estudio se realiza desde un enfoque cualitativo donde se aplica unos análisis de contenido sobre seis descriptores: comunicación, economía de tiempo, movilidad, ocio, ubicuidad y aplicaciones técnicas. También se utiliza la técnica de Historias de Vida analizadas mediante entrevistas para configurar las macro-categorías: prácticas con dispositivos, mapa de competencias, metodologías y buenas prácticas. Los resultados fundamentales de la técnica de ‘grupos de discusión’ son mostrados y cierran este apartado cualitativo.

En el capítulo seis se hace una síntesis de las competencias asociadas con cada uno de los dispositivos móviles y también se apuntan varias conclusiones derivadas de los resultados de la investigación. Así se enuncia un nuevo mapa de profesiones que crece y se relaciona con el mundo digital interactivo, profesiones que deben enlazarse con las necesidades sociales y laborales, todo ello realizado de una forma dinámica y abierta a nuevos escenarios y tiempos de trabajo.

En este libro se sugieren varios cambios en el entorno educativo con el fin de implementar una práctica congruente con el aprendizaje móvil y ubicuo. En otras palabras, disolver las fronteras institucionales, espaciales y temporales de la educación; reordenar los equilibrios y la relaciones entre los distintos componentes educativos; aprovechar las diferencias como elemento enriquecedor; ampliar la gama y combinación de modos de representación de contenidos; desarrollar las capacidades de conceptualización ayudada con las nuevas herramientas y conectar el pensamiento propio con las redes y el conocimiento colaborativo. En suma, nuevos instrumentos que condicionan las interacciones, las metodologías, los sistemas de evaluación y los resultados educativos.

DRA. CRISTINA SÁNCHEZ ROMERO
Universidad Nacional de Educación a Distancia, España

Single-Sex Schools: A Place to Learn

Riordan, Cornelius (2015),
Maryland: Rowman & Littlefield

Pocos investigadores tienen el privilegio de poder publicar en vida una síntesis de todo su trabajo. Con lamentable frecuencia, son suplantadas póstumamente por homenajes que tienen más de elegías morales que de cierre de una obra. Luego, a los lamentos por el amigo perdido siguen aquellos por la obra inentendida: como ya no están Kant ni Santo Tomás entre nosotros, recurrimos a sabios e intérpretes –añada aquí el lector un tono irónico, si lo desea– para clarificar sus conclusiones tras “n” años de producción.

Por eso es alegre la excepción de Cornelius Riordan (Massachusetts, 1940), sociólogo estadounidense que ha dedicado buena parte de su trayectoria al estudio de los procesos sociológicos al interior de la escuela, en particular de los que son consecuencia de dividir a los estudiantes por sexos, modalidad conocida como *educación diferenciada* o *single-sex*. A lo largo de estos años, Riordan se ha caracterizado por dirigir, evaluar o llevar a cabo investigaciones sobre el tema de manera rigurosa y seria. En el año 2003 el Gobierno de EUA le encargó (Riordan, 2011) un metaanálisis de la literatura que arrojará conclusiones definitivas hasta ese momento (Mael, Alonso, Gibson, Rogers, & Smith, 2005). Si se ha seguido de cerca el debate sobre la liberalización del financiamiento público a la educación diferenciada en ese país, se conoce el papel que jugó este estudio (véase el apéndice en Gordillo, 2017; para una crítica véase Signorella, Hayes, & Li, 2013).

Riordan se acaba de jubilar de su cátedra de Sociología en el Providence College (Rhode Island). Precisamente, no quiso hacerlo sin un trabajo conclusivo de su campo de investigación. Se trata de su último libro: *Single-Sex Schools: A Place to Learn* (2015). El tema de investigación de nuestro autor puede resultar novedoso o chocante. Normalmente damos por sentado que la coeducación es la mejor forma de enseñanza. Sin embargo, se difundió en el mundo no tanto por beneficios comprobados sino por razones sociológicas, económicas, políticas e ideológicas (Riordan, 2015). En las últimas décadas, empero, la coeducación y la educación diferenciada han sido puestas bajo el microscopio, y las mediciones han comenzado a arrojar resultados sorprendentes y –hay que decirlo– políticamente incorrectos. Quizá por ello se inició un debate que se fue tornando cada vez más ideológico que científico.

¿Cuál es la posición de Riordan? Empieza por aclarar que la respuesta no es sencilla. Y esto porque el corpus de literatura existente es aún insuficiente para conclusiones definitivas. En su opinión, esto se explica por dos razones: en primer lugar, por las dificultades propias que la investigación empírica afronta al abordar el estudio de cualquier *outcome* educativo. En ese sentido, el tercer capítulo del libro es una estupenda –y didáctica– introducción a las complejidades de la investigación cuantitativa al medir el efecto de cualquier intervención en educación. La segunda razón tiene que ver con la mencionada desnaturalización del debate: “Largely because of political opposition, research on single-sex schools is in its infancy” (Riordan, 2015, p. 65).

A pesar de ello, en los capítulos 4, 5 y 6 nuestro autor revisa las que considera las mejores investigaciones disponibles, y explica su propia posición. Se cuidará de tener la suficiente honestidad intelectual para alejarse de argumentos ajenos al quehacer científico –prejuicios ideológicos, religiosos o políticos–, y de alejarse de cualquier tipo de pensamiento políticamente correcto o incorrecto; únicamente hablará de ciencia. Dicha honestidad lo llevará a enfrentar el problema de las dificultades típicas de este tipo de investigaciones, como las diferencias iniciales entre grupos (muchas veces debidas a que los datos provienen mayoritariamente de escuelas privadas), la escasez de investigaciones longitudinales o la frecuente cercanía al cero de los tamaños de efecto encontrados. Incluso propone argumentos sugerentes para relativizar las conclusiones de los famosos estudios de Pahlke y sus colegas (Pahlke, Hyde, & Allison, 2014) (2014), y Signorella y las suyas (Signorella, Hayes, & Li, 2013), a los que considera hitos en el tema, sobre todo por sus conclusiones desfavorables a la educación diferenciada.

Tras aclarar todo ello, Riordan concluye que es posible hablar de una ligera ventaja de las escuelas diferenciadas sobre las mixtas, en particular para mujeres de toda edad, y para varones en desventaja socioeconómica. ¿Significa esto que la educación diferenciada es mejor que la mixta? Nuestro autor insiste en que es demasiado pronto para concluirlo definitivamente. Pero insiste también en que la evidencia disponible es irrefutable sobre la efectividad de la escuela mixta para ciertos estudiantes en determinados contextos al día de hoy. Y debido a la situación de emergencia vivida por la institución escolar en algunas realidades, pienso en Estados Unidos y su impactante problema de motivación masculina (Sax, 2009); pienso en mi país, Perú, y su poca calidad educativa (Ministerio de Educación, 2016) y crecientes tasas de *bullying* (Rivera *et al.*, 2015), para él se trata, análogamente, de una solución de emergencia. No obstante, es cuidadoso en dejar clara su posición: se trata de una entre varias intervenciones disponibles, y que si bien no es la panacea, vale la pena estudiarla debido a sus dinámicas y efectos singulares.

¿Cuáles son esas dinámicas? Los capítulos 7 y 8 son el corazón del libro, y constituyen propiamente el aporte de Riordan. Desde la sociología de la educación propone una serie de argumentos teóricos que intentan explicar el mayor éxito de este tipo de escuelas. Se aprecia aquí claramente la evolución de su pensamiento: en 1994 proponía 8 (Riordan, 1994), posteriormente aumentaría la lista a 12 (Riordan, 1998); desde hace unos años –y en este texto, a modo de sello final– fija la lista en 10. Con estos argumentos, además, sale al encuentro de quienes afirman que una de las principales carencias de la investigación sobre este tipo de escuelas es la falta de hipótesis que expliquen alguna eventual superioridad (Bigler, Hayes, & Liben, 2014; Signorella, et al., 2013). Como se ha mencionado en otros contextos (Gordillo, 2017), esto es cierto solo a medias: existen argumentos, como demuestra nuestro autor; lo que es difícil –insistimos– es medir empíricamente su eficacia explicativa.

Los argumentos propuestos por Riordan son, a mi juicio, sólidos y sugerentes, como la disminución de subculturas antiacadémicas al interior de las escuelas diferenciadas, la mayor oferta de modelos positivos de vida del mismo sexo de los estudiantes, las mayores oportunidades de liderazgo o la disminución –aunque suene contraintuitivo– de estereotipos de género. Para él todos estos argumentos se resumen en lo que podríamos denominar la sintonía espontánea que se genera entre todos los actores educativos en este tipo de escuelas. ¿Es posible convertir algunos de los argumentos propuestos en políticas educativas sin necesidad de separar por sexos a los estudiantes? Riordan dirá que es posible pero inútil, pues hacerlo desconoce un principio humano básico respecto a la construcción de grupos: “Structures that are imposed and that contradict deeply cherished beliefs [...] will be rejected out of hand by any group with substantial power in numbers, such as students in schools” (2015, p. 61). La voluntad implícita o explícita de padres y alumnos por estudiar en una escuela diferenciada, sumada a la identificación de los maestros con el proyecto educativo, provee la sintonía descrita líneas arriba —denominada por Riordan *pro-academic choice*—, que para él es la clave que convierte a las escuelas en ‘lugares para aprender’.

Uno de sus argumentos nos plantea problemas, sin embargo. Son numerosos los defensores de la educación diferenciada que se apoyan en diferencias neurobiológicas, fisiológicas o cognitivas entre hombres y mujeres en edad escolar (Gurian, Henley, & Trueman, 2001; James, 2013, 2014; Sax, 2005). Riordan insiste mucho (véase pp. 6-7, 56-57, 63, 66) en que dichos argumentos no tienen el suficiente respaldo empírico, y que deberían ser dejados a un lado; sin embargo, aunque no explica convincentemente por qué, él mismo tiene dichos argumentos en cuenta (véase pp. 51, 55 y ss.).

A pesar de ello, y en conclusión, se trata de una obra interesante en tanto legado y en tanto aporte para el debate. En

particular, la lectura de sus *rationales* es obligada para cualquier sociólogo educativo o cualquier académico interesado seriamente en esta discusión, sea cual sea su posición.

ENRIQUE G. GORDILLO
Universidad Católica San Pablo, Arequipa, Perú

Referencias

- Bigler, R. S., Hayes, A. R., & Liben, L. S. (2014). Analysis and Evaluation of the Rationales for Single-Sex Schooling. En R. S. Bigler, I. S. Roberts & L. S. Liben (Eds.), *Advances in Child Development and Behavior* (Vol. 47, pp. 225-260). Burlington: Academic Press.
- Gordillo, E. G. (2017). Educación diferenciada y coeducación: continuar el debate y proteger la ciencia. *Revista Española de Pedagogía*, LXXV (267).
- Gurian, M., Henley, P., & Trueman, T. (2001). *Boys and Girls Learn Differently!* San Francisco: Jossey-Bass.
- James, A. N. (2013). *The Parents' Guide to Boys*. Austin (Texas): Live Oak.
- James, A. N. (2014). *The Art of Teaching Boys and Girls: What Teachers Need to Know*. Conferencia presentada en el 4.º Congreso Internacional Educación Diferenciada por Sexos: Antropología y Neurociencias, Guadalajara (México).
- Mael, F. A., Alonso, A., Gibson, D., Rogers, K., & Smith, M. (2005). *Single-Sex versus Coeducational Schooling: a Systematic Review*. (DOC #2005-01). Washington: US Department of Education Office of Planning, Evaluation and Policy Development Policy and Program Studies Service Recuperado de <http://www.ed.gov/rschstat/eval/other/single-sex/single-sex.pdf>.
- Ministerio de Educación. (2016). *Resultados de la Evaluación Censal de Estudiantes 2015*. Ministerio de Educación del Perú. Recuperado de <http://umc.minedu.gob.pe/wp-content/uploads/2016/03/Resultados-ECE-2015.pdf>.
- Pahlke, E., Hyde, J. S., & Allison, C. M. (2014). The Effects of Single-Sex Compared With Coeducational Schooling on Students' Performance and Attitudes: A Meta-Analysis. *Psychological Bulletin*, 140(4), 1042-1072. Doi: 10.1037/a0035740
- Riordan, C. (1994). Single-Gender Schools: Outcomes for African and Hispanic Americans. *Research in Sociology of Education and Socialization*, 10, 177-205.
- Riordan, C. (1998). The Future of Single-Sex Schools *Separated by Sex: A Critical Look at Single-Sex Education for Girls* (pp. 53-62). Washington DC: American Association of University Women Educational Foundation.
- Riordan, C. (2011). *The Value of Single Sex Education: Twenty Five Years of High Quality Research*. Conferencia presentada en el III International Congress of Single-Sex Education «Success in Education», Varsovia (Polonia).
- Riordan, C. (2015). *Single-Sex Schools: A Place to Learn*. Maryland: Rowman & Littlefield.
- Rivera, R., Bellido, F., Salas, J. C., Bellido, V. et al. (2015). Validación de la escala de agresión entre pares para adolescentes, factor de *ciberbullying* y subescala de victimización en estudiantes arequipeños. *Educationis Momentum*, 1(1), 11-32.
- Sax, L. (2005). *Why Gender Matters*. Nueva York: Doubleday.
- Sax, L. (2009). *Boys Adrift*. Nueva York: Basic Books.
- Signorella, M. L., Hayes, A. R., & Li, Y. (2013). A Meta-Analytic Critique of Mael et al.'s (2005) Review of Single-Sex Schooling. *Sex Roles*, 69(7-8), 423-441. doi: 10.1007/s11199-013-0288-x

Olda Nadinne Covián Chávez es doctora y maestra en ciencias en Matemática Educativa por el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV-IPN). Actualmente es becaria posdoctoral en el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del IPN (CICATA-IPN) en el posgrado en Matemática Educativa. Es licenciada en Enseñanza de las Matemáticas por la Facultad de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Yucatán (FMAT-UADY). Se especializa en la caracterización de conocimientos matemáticos en contextos para la vida y diseña herramientas teórico-metodológicas, principalmente para profesores de matemáticas y relacionarlos, de manera significativa, con conocimientos escolares.

Jaime Delgado Rubio es doctor y maestro por la Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Antropológicas, estudió la Licenciatura en la Escuela Nacional de Antropología e Historia. Actualmente desarrolla un posdoctorado en el Instituto de Ciencias de Patrimonio en España, bajo el auspicio del Conacyt. Realizó una estancia corta de investigación en la Universidad de París 1. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel 1, también es miembro de la Asociación Arqueológica Europea. Ha publicado más de 50 artículos de investigación y divulgación arqueológica y antropológica y es Director del noticiero "Arqueólogos en Apuros".

Juan Antonio Herrera Izaguirre es doctor en derecho por la Universidad de Dalhousie, Canadá, es maestro en derecho internacional por la Universidad de Cornell en los Estados Unidos y licenciado en derecho por la Universidad Autónoma de Tamaulipas, México. Actualmente es Profesor/Investigador en la Universidad Autónoma de Tamaulipas.

Adán López Mendoza es licenciado en informática y maestro en tecnología informática por la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Es Profesor de tiempo completo y coordinador de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Comercio, Administración y Ciencias Sociales de Nuevo Laredo, perteneciente a la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Actualmente es candidato a doctor en educación internacional de la misma institución.

Jorge Eduardo Martínez Iñiguez es licenciado en ciencias de la educación por la Universidad Autónoma de Baja California, es maestro en educación basada en competencias. Actualmente cursa el Doctorado en Socioformación y Sociedad del Conocimiento en el Centro Universitario CIFE. Es analista especializado en la Coordinación de Formación Básica de la Universidad Autónoma de Baja California y docente en la Facultad de Ciencias Humanas de la misma institución. Ha trabajado temas de acreditación

de la calidad de instituciones y programas educativos, currículo y formación docente.

Daniela Maturana Castillo es profesora de Historia y Ciencias Sociales, maestra en educación con mención en Currículum y Evaluación por la Universidad de Santiago de Chile. Actualmente cursa estudios de Doctorado en la Universidad de Salamanca, España. Se desempeña como Coordinadora de área de diseño y actualización curricular de la Unidad de Innovación Educativa de la Universidad de Santiago de Chile, donde ha trabajado en el campo del diseño macro y micro curricular para la docencia universitaria. Se ha desempeñado como docente tanto en el sistema educativo escolar como universitario. En este último ha trabajado principalmente en la formación inicial de profesores y en la formación en el área docente universitario.

José Navarro Cendejas es doctor en sociología por la Universitat Autònoma de Barcelona, maestro en Ciencias Sociales por la Universidad de Guadalajara y licenciado en desarrollo educativo institucional por la Universidad La Salle, Guadalajara. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, Nivel I. Profesor/Investigador del programa “Cátedras Conacyt” en el Centro de Investigación y Docencia Económicas (CIDE), adscrito al Programa Interdisciplinario Sobre Política y Prácticas Educativas (PIPE). Se especializa en la relación jóvenes-educación-trabajo, transición escuela-trabajo, desigualdad de oportunidades educativas y competencias laborales. Es autor del libro *La inserción laboral de los egresados universitarios: perspectivas teóricas y tendencias internacionales en la investigación*, (ANUIES, 2014). Ha publicado diversos artículos en revistas internacionales.

Aarón Romero Sandoval es maestro en educación, licenciado en ciencias de la educación y licenciado en psicología por la Universidad Autónoma de Baja California. Actualmente es subdirector académico del Instituto Salvatierra A.C., y docente en la Facultad de Ciencias Humanas de la Universidad Autónoma de Baja California. Ha trabajado temas de acreditación de la calidad de instituciones y programas educativos.

Avenilde Romo Vázquez es doctora por la Universidad de París 7, Francia, estudió la maestría en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (IPN) y realizó sus estudios universitarios en la Universidad de Guadalajara. Actualmente, labora en el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Unidad Legaria del IPN. Su investigación versa sobre el análisis de modelos matemáticos utilizados en contextos extra-matemáticos para el diseño actividades didácticas y sobre profesionalización docente en la modalidad en

línea y a distancia. Participa en proyectos internacionales con la Universidad Ramon Llull de Barcelona y la Universidad de Caen en Francia. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel 1, así como del Comité Editorial de la revista *Educación Matemática* y del Programa Editorial del PROME.

Juan Manuel Salinas Escandón es licenciado en contaduría pública y auditoría, y maestro en tecnología informática por la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Es profesor de la Facultad de Comercio, Administración y Ciencias Sociales de Nuevo Laredo, perteneciente a la Universidad Autónoma de Tamaulipas, México. Actualmente es candidato a doctor en educación internacional por la misma institución.

Ramón Ventura Roque Hernández es doctor en ingeniería telemática por la Universidad de Vigo, España, y maestro en ciencias en ingeniería electrónica. Ingeniero en sistemas computacionales por el Instituto Tecnológico de Nuevo Laredo. Actualmente es Profesor/Investigador en la Facultad de Comercio, Administración y Ciencias Sociales de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, de Nuevo Laredo, Tamaulipas, en los niveles de licenciatura y posgrado. Sus áreas de interés en investigación son la Ingeniería de Software y la Informática Aplicada.

Juan Silva Quiroz es doctor en ciencias de la educación por la Universidad de Barcelona, España. Actualmente es académico del Departamento de Educación y Director del Centro de Investigación e Innovación en TIC y Educación, en la Universidad de Santiago de Chile. Ha publicado libros, capítulos de libros, artículos en revistas científicas, dictado conferencias y presentado ponencias en congresos internacionales enfocadas en: el uso pedagógico de las TIC, entornos virtuales de aprendizaje (EVA), competencia digital docente, estándares TIC en formación inicial docente, el tutor en los EVA, análisis de las interacciones en los EVA, *m-learning*, MOOCs, entre otras temáticas. Ha sido asesor para el Ministerio de Educación de Chile, instituciones públicas y privadas en temas de innovación con TIC en la formación.

Sergio Tobón es doctor en modelos educativos y políticas culturales, globalización e identidad en la sociedad del conocimiento por la Universidad Complutense de Madrid. Es investigador del Centro Universitario CIFE en México, en el Doctorado en Socioformación y Sociedad del Conocimiento, y asesor en Ekap University en Estados Unidos. Ha sido asesor y conferencista en más de 22 países en Iberoamérica en temas relacionados con la socioformación, la sociedad del conocimiento, el currículo, la evaluación de competencias y los ciclos propedéuticos. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) en México. Obtuvo

el doctorado *Honoris Causa* por sus contribuciones a la socioformación por parte de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos del Perú. También obtuvo el reconocimiento “Personas Extraordinarias en la Educación” por parte de CONEDUQ de Querétaro en el año 2017.

Lineamientos para presentar originales

Innovación Educativa es una revista cuatrimestral del Instituto Politécnico Nacional, publica trabajos en español e inglés, especializados en investigación e innovación que abarcan la realidad educativa contemporánea. La revista cubre el amplio espectro educativo, incluidas las nuevas aproximaciones interdisciplinarias en las humanidades y las ciencias de la conducta; también aborda problemáticas recientes en innovación educativa, filosofía, psicología y sociología de la educación, entre otras.

En su tercera época recibe contribuciones en español e inglés todo el año para las secciones *Innovus* (artículos de investigación, estudios críticos), *A dos tintas* (discusiones) y *Ex-libris* (reseñas críticas). *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. La originalidad, la argumentación inteligente y el rigor son las características que se esperan de las contribuciones.

Innovación Educativa únicamente recibe trabajos académicos 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 30 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 30 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*.
- ▶ Aportes de discusión y réplicas a los artículos. Deberán ser aportes recientes de investigación, o bien la contraargumentación sistemática de conceptos e ideas específicos expuestos en los artículos de las secciones *Aleph* e *Innovus*. Su propósito es la discusión constructiva y tendrán como extensión máxima 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 *A dos tintas*.

- ▶ 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 Schvartzman, 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
 - Gozálviz, 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 adjuntar a su contribución los siguientes documentos:

- ▶ Hoja con sus datos: nombre, grado académico, institución donde labora, domicilio, teléfono, correo electrónico y fax.
- ▶ La solicitud de evaluación del artículo en hoja aparte.
- ▶ Hoja con 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 publicado.
- ▶ Hoja con la declaración de que el original que se entrega es inédito y no está en proceso de evaluación en ninguna otra publicación.
- ▶ *Curriculum vitae* completo 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.

Manuscript submission guidelines

Innovación Educativa is a four monthly journal published by the Instituto Politécnico Nacional (National Polytechnic Institute, Mexico). It publishes works specialized in research and innovation that span the current educational reality. In a broad sense the scope of this publication is Humanities. Its specific scope is narrowed down on new interdisciplinary approaches for current problems in Educational Research, Innovation, Philosophy of Education, Psychology and Sociology of Education, especially thinking on key-facts affecting education and new approaches to these problems.

We accept year-round contributions in Spanish and English for the sections *Innovus* (research articles, critical studies), *A dos tintas* (discussions), and *Ex-libris* (critical summaries). *Innovación Educativa* includes a thematic section, *Aleph*, in each issue. Contributions to this section will be requested three times a year through calls-for-articles. Originality, intelligent argumentation, and rigor are expected from the contributions.

Innovación Educativa accepts only academic—not journalistic—works. In order to facilitate editorial management of texts, the authors must fulfill the following structure, style, and presentation requirements.

Types of collaboration

- ▶ **Research.** Manuscripts must take into account criteria such as relevant research design, theoretical and methodological congruence, rigorous handling of information and methods, veracity of findings or results, discussion of results, conclusions, limitations of the study, and, if necessary, future possibilities. The manuscript must be between 15 and 30 pages, including graphs, notes, and references. Pages must be numbered, and text must be 1.5-spaced. These contributions will be sent to the sections *Aleph* and *Innovus*.
- ▶ **Educational interventions.** Manuscripts must include a theoretical-methodological basis aimed at demonstrating educational innovations. The manuscript must be between 15 and 30 pages, including graphics, notes, and references. Pages must be numbered, and text must be 1.5-spaced. These contributions will be sent to the sections *Aleph* and *Innovus*.
- ▶ **Article discussions and rebuttals.** Manuscripts must be recent research contributions or systematic counterarguments to specific concepts and ideas presented in articles in *Aleph* and *Innovus*. The objective is constructive discussion, and they must not exceed 3,000 words, according to the word count in Microsoft Word, including graphs, notes, and references. Text must be 1.5-spaced, and pages must be numbered. These contributions will be sent to the section *A dos tintas*.

- ▶ Book summaries. Manuscripts should critically approach the ideas, arguments, and themes of specialized books. They must not exceed 3,000 words, according to the word count in Microsoft Word, including graphs, notes, and references. Pages must be numbered, and text must be 1.5-spaced. 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>

Manuscript submission

The author must attach the following documents to his/her manuscript:

- ▶ Document with author's biographical and contact information: name, academic degree, institution where he/she works, address, e-mail, telephone and fax number.
- ▶ Document requesting manuscript evaluation.
- ▶ Document with statement of individual or collective (in case of works submitted by more than one author) authorship; each author or co-author must certify that he/she has directly contributed to the intellectual elaboration of the manuscript and agrees to its publication.
- ▶ Document stating that the manuscript has not been previously published and has not been submitted simultaneously for publication elsewhere.
- ▶ Author's complete C.V., as a separate document.
- ▶ The manuscript and the requested documents should be submitted electronically to coord.ed.rie@gmail.com, with a copy to innova@ipn.mx.

INNOVACIÓN EDUCATIVA

Journal *Innovación Educativa*

Volume 17, issue 74, May - August de 2017

A four-monthly Journal of the Instituto Politécnico Nacional, México

CALL FOR PAPERS

Researchers, docents, postgraduate students and the academic community in general to contribute unpublished research articles, in Spanish or English, to the thematic section *Aleph* of issue 74 focused on:

Metacognitive pedagogies

We will consider, though not exclusively, the following related topics:

- ♦ Metacognitive pedagogies: the new role of "thinking about thinking" in today's educational context
- ♦ Theoretical approaches and analysis of metacognitive models: Polya, Flavell, Schoenfeld, Verschaffel and IMPROVE
- ♦ Learning sciences and metacognitive pedagogies
- ♦ Metacognition and the development of critical thinking
- ♦ Philosophy of metacognition
- ♦ Ethics, morality and metacognition
- ♦ Metacognition in Asian pedagogies: cases, theories and interventions
- ♦ Mathematical reasoning and metacognitive pedagogies

**Reception deadline for works for the thematic section *Aleph*: March 30, 2017
(First period) April 30 (Second period)**

Consult the guidelines for sending originals at:

www.innovacion.ipn.mx

Send all contributions to:
innova@ipn.mx with copy to **coord.ed.rie@gmail.com**

Educational Innovation (ISSN 1665-2673) is an indexed, blind peer-reviewed, international academic journal that publishes papers specialized in educational research and innovation.





Revista *Innovación Educativa*

Volumen 17, número 74, mayo - agosto de 2017

CONVOCA

a los investigadores, docentes, estudiantes de posgrado y a la comunidad académica internacional, a colaborar con artículos de investigación inéditos tanto en español como en inglés, para integrar su sección temática *Aleph* del número 74 que se enfoca a:

Pedagogías metacognitivas

Se consideran las siguientes temáticas relacionadas, aunque no exclusivas:

- ♦ Pedagogías metacognitivas: el nuevo rol de "pensar el pensar" en el actual escenario educativo
- ♦ Aproximaciones teóricas y análisis de los modelos metacognitivos: Polya, Flavell, Schoenfeld, Verschaffel e IMPROVE
- ♦ Aprendizaje de ciencias y pedagogías metacognitivas
- ♦ Metacognición y el desarrollo del pensamiento crítico
- ♦ Filosofía de la metacognición
- ♦ Ética, moral y metacognición
- ♦ Metacognición en las pedagogías asiáticas: casos, teorías e intervenciones
- ♦ Razonamiento matemático y pedagogías metacognitivas

**Fechas límite de recepción de trabajos para la sección temática *Aleph*:
30 de marzo de 2017 (primer periodo) y 30 de abril de 2017 (segundo periodo)**

Consulta de lineamientos para envío de originales en:
www.innovacion.ipn.mx

Envío de colaboraciones a los correos:
innova@ipn.mx con copia a coord.ed.rie@gmail.com

Innovación Educativa (ISSN 1665-2673) es una publicación académica internacional, indizada y arbitrada por pares a ciegas que publica trabajos especializados de investigación e innovación educativas.



Journal *Innovación Educativa*

Volume 17, issue 75, September - December 2017

A four-monthly Journal of the Instituto Politécnico Nacional, México

CALL FOR PAPERS

Researchers, docents, postgraduate students and the academic community in general to contribute unpublished research articles, in Spanish or English, to the thematic section *Aleph* of issue 75 focused on:

Pedagogies for freedom

We will consider, though not exclusively, the following related topics:

- ♦ Are pedagogies for freedom possible?
- ♦ Today's world and the reinterpretation of Freire and *Pedagogy of the Oppressed*
- ♦ Theoretical approaches of non-formal pedagogies in educational spaces
- ♦ Asian pedagogies for peace, creativity, mindfulness and resilience
- ♦ Tradition and the modern world: reinterpretations of the pedagogical work of Jean Piaget
- ♦ Pedagogies for freedom in the era of global connectivity: the relevance of Montessori, Tagore, Ivan Illich, Gandhi, Grundtvig, William James
- ♦ Pedagogies for freedom and the construction of an egalitarian future

Reception deadline for works for the thematic section *Aleph*: July 30, 2017

Consult the guidelines for sending originals at:

www.innovacion.ipn.mx

Send all contributions to:

innova@ipn.mx with copy to **coord.ed.rie@gmail.com**

Educational Innovation (ISSN 1665-2673) is an indexed, blind peer-reviewed, international academic journal that publishes papers specialized in educational research and innovation.





Revista *Innovación Educativa*

Volumen 17, número 75, septiembre - diciembre de 2017

CONVOCA

a los investigadores, docentes, estudiantes de posgrado y a la comunidad académica internacional, a colaborar con artículos de investigación inéditos tanto en español como en inglés, para integrar su sección temática *Aleph* del número 75 que se enfoca a:

Pedagogías para la libertad

Se consideran las siguientes temáticas relacionadas, aunque no exclusivas:

- ♦ ¿Acaso es posible una pedagogía para la libertad?
- ♦ Actualidad y relectura de Freire y la *Pedagogía del oprimido*
- ♦ Aproximaciones teóricas de las pedagogías no formales en espacios educativos
- ♦ Pedagogías asiáticas para la paz, la creatividad, la atención consciente y la resiliencia
- ♦ Tradición y actualidades: relectura de la obra pedagógica de Jean Piaget
- ♦ Pedagogías para la libertad en la era de la conectividad global: actualidad de Montessori, Tagore, Ivan Illich, Gandhi, Grundtvig, William James
- ♦ Las pedagogías para la libertad y la construcción de un futuro equitativo

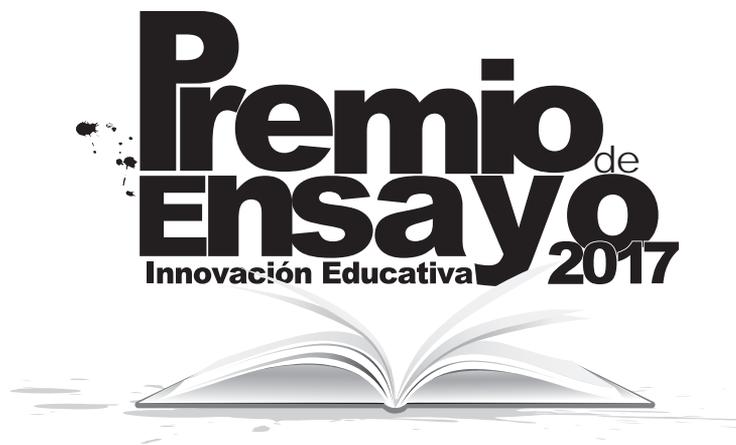
**Fecha límite de recepción de trabajos para la sección temática *Aleph*:
30 de julio de 2017**

Consulta de lineamientos para envío de originales en:
www.innovacion.ipn.mx

Envío de colaboraciones a los correos:
innova@ipn.mx con copia a **coord.ed.rie@gmail.com**

Innovación Educativa (ISSN 1665-2673) es una publicación académica internacional, indizada y arbitrada por pares a ciegas que publica trabajos especializados de investigación e innovación educativas.

El Instituto Politécnico Nacional y la revista *Innovación Educativa*, convocan a estudiantes de los niveles medio superior, superior y posgrado pertenecientes a la comunidad politécnica, a participar en el:



BASES

1.- Podrán participar las y los estudiantes inscritos en los niveles medio superior, superior y posgrado de alguno de los programas académicos que ofrece el Instituto Politécnico Nacional, en las modalidades escolarizada, no escolarizada y mixta.

2.- Cada participante deberá enviar un ensayo inédito que no haya sido premiado con anterioridad en algún concurso, que no se haya publicado previamente en algún medio, ya sea impreso o electrónico, ni que se encuentre en proceso de evaluación. Se sugieren los siguientes temas, que no son exclusivos:

- Conciencia generacional, empleo, liderazgo, ciudadanía y futuro
- El uso de la tecnología: sus contribuciones y riesgos
- Dilemas éticos en el desarrollo de la inteligencia artificial
- Economías alternativas, equilibrio ambiental y equidad
- Salud, depresión juvenil, estrés y medicina alternativa
- Jóvenes en la construcción de sociedades interculturales, diversas, igualitarias y sin discriminación

3.-La extensión del ensayo será de 10 cuartillas, como mínimo, y 13, como máximo; deberá presentarse en procesador de textos *Word*, tamaño carta, en letra Arial 11 puntos, a una columna, en mayúsculas y minúsculas y a doble espacio.

4.- El ensayo deberá contar con una introducción y referencias; en las referencias se incluirán únicamente las fuentes expuestas en el ensayo. Para ello, se utilizará el sistema de referencia APA (*American Psychological Association*), cuya guía puede consultar en: <http://www.innovacion.ipn.mx/Revistas/Documents/2016/71/v16a11pdf.pdf> o bien en <http://www.redalyc.org/> en el rubro ¿cómo citar?

5.- Los ensayos deberán ser enviados en formato electrónico, en archivo en Word y firmado con un seudónimo al correo premioensayo@ipn.mx con copia a coord.ed.rie@gmail.com y dirigidos con el asunto: "Premio de Ensayo Innovación Educativa 2017".

6.- De igual forma, se deberá enviar al mismo correo, lo siguiente:

- Un archivo denominado "Hoja general de datos" conteniendo: 1) nombre completo del autor o autora, 2) unidad académica, 3) número de boleta, 4) carrera, 5) semestre, 6) teléfonos, 7) correo electrónico e 8) impresión de pantalla del SAES o en su caso constancia emitida por las autoridades de la escuela que les avale como estudiantes inscritos/as en el IPN.

7.- La fecha límite para la recepción de los ensayos será el 17 de septiembre a las 23:59, horas tiempo del Centro de México.

8.- El periodo de evaluación de los ensayos comprenderá del 22 de septiembre al 03 de noviembre de 2017 y la publicación de resultados será el 29 de noviembre, a través del portal web de la revista *Innovación Educativa*: www.innovacion.ipn.mx

9.- La evaluación de los trabajos será realizada por las y los integrantes del Jurado Calificador. Su fallo será inapelable y, en su caso, el certamen o alguno de los tres premios podrá declararse desierto.

10.- Quien participe en la presente convocatoria deberá garantizar que es autor o autora intelectual del trabajo presentado al concurso, que es original y que no lo ha plagiado o usurpado a terceras personas, por lo que ostenta todos los derechos que cede al Instituto Politécnico Nacional y será responsable exclusivo de cualquier reclamo de terceras personas que pudiera suscitarse por este motivo.

11.- Todos los trabajos recibidos se someterán a la revisión del Software *Turnitin* para la detección de plagio.

12.- La ceremonia de premiación se llevará a cabo en diciembre de 2017.

13.- En el caso de que alguna persona ganadora se encuentre inscrita en una unidad o centro de estudios con ubicación en el interior de la República, la Coordinación Editorial de la Secretaría Académica cubrirá los viáticos, únicamente de la persona ganadora.

14. Los ensayos ganadores se someterán a consideración del editor responsable y los Comités Editorial y de Arbitraje de la revista *Innovación Educativa*, para su publicación, en la colección *Sólo Ensayo*, en tal caso quienes resulten ganadores/as de este concurso cederán los derechos de autor al IPN.

15.- El Instituto Politécnico Nacional se reserva el derecho de publicación.

16.- Los premios correspondientes a los primeros lugares consistirán en:

- Nivel medio superior: dotación económica de \$20,000 y diploma
- Nivel superior: dotación económica de \$20,000 y diploma
- Nivel posgrado: dotación económica de \$20,000 y diploma

17.- La participación en este concurso implica la aceptación de todas y cada una de las bases.

18.- Los trabajos que no cumplan con los requisitos de la presente convocatoria serán descalificados, al igual que aquellos trabajos que sean enviados después de la fecha límite.

19.- Cualquier caso no previsto será resuelto por el Comité Organizador.

INNOVACIÓN
EDUCATIVA



Coordinación Editorial, Edificio de la Secretaría Académica,
1er. Piso, Unidad Profesional "Adolfo López Mateos"
Zacatenco, Del. Gustavo A. Madero, C.P. 07738, México,
Ciudad de México Tel. 5729 6000 ext. 50530
premioensayo@ipn.mx / coord.ed.rie@gmail.com
www.innovacion.ipn.mx



InnovaIPN



IPN Coordinación Editorial
de la Secretaría Académica



Innova IPN



Innovación Educativa
IPN



Innovación Educativa
IPN

La Coordinación Editorial de la
Secretaría Académica te invita a participar en
el taller:

Escribir para publicar



Dirigido a estudiantes tesistas, docentes e investigadores del
Instituto Politécnico Nacional.



Más información:
www.innovacion.ipn.mx
 5729-6000 exts. 46156 y 50530
escribirparapublicar@ipn.mx
innova@ipn.mx

INNOVACIÓN
EDUCATIVA



InnovaIPN

IPN Coordinación Editorial de la
Secretaría Académica

Innova IPN



Innovación Educativa IPN



Innovación Educativa IPN

La Coordinación Editorial de la
Secretaría Académica te invita a consultar sus:

Novedades Editoriales

- *Matemáticas críticas para las sociedades innovadoras.
El papel de las pedagogías metacognitivas*
- *Poética educativa. Artes, educación para la paz
y atención consciente*



ISBN: 978-926-4273-07-8
Coedición OCDE - IPN

• **Acceso abierto** • ISBN: 978-607-8085-09-5



Más información:
www.innovacion.ipn.mx
5729-6000 exts. 46156 y 50530
innova@ipn.mx
coord.ed.rie@gmail.com



InnovaIPN



IPN Coordinación Editorial de la
Secretaría Académica



Innova IPN



Innovación Educativa IPN



Innovación Educativa IPN

