



**CONGRESO
IBEROAMERICANO**
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,
INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

**CONGRESSO
IBERO-AMERICANO**
DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÃO E EDUCAÇÃO

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

Mejorando el aprendizaje de matemáticas en educación básica mediante conexionismo y tecnología táctil

VICARIO-SOLORZANO, CM.; GOMEZ, P.; OLIVARES-CEJA, JM.

Mejorando el aprendizaje de matemáticas en educación básica mediante conexionismo y tecnología táctil

Claudia-Marina Vicario-Solorzano¹, Pilar Gómez Miranda¹,
Jesús-Manuel Olivares-Ceja²

marina.vicario@gmail.com, pgomez84@hotmail.com, jmolivar@hotmail.com

¹IPN–Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas (IPN–UPIICSA)

²IPN–Centro de Investigación en Computación (IPN–CIC)

Resumen

La enseñanza de las matemáticas ha ocupado desde hace varias décadas el interés de los investigadores de diversas disciplinas además de la pedagogía. Además de la consideración de las mejoras en los modelos y estrategias didácticas. Por otra parte, el desarrollo la tecnología del procesamiento de datos y las comunicaciones desde finales del siglo XX ha incentivado tanto su aplicación en la enseñanza como la propuesta de teorías como el conectivismo.

En este documento se describen las experiencias de un equipo de investigación multidisciplinario enfocado en la enseñanza de temas de difícil comprensión en las matemáticas utilizando la teoría del conectivismo con herramientas de software desarrolladas para una mesa multi-táctil.

Introducción

La enseñanza de las matemáticas se ha abordado por diversos investigadores, tanto en estrategias, planteamiento de problemas, actitudes de los docentes, influencia de las creencias, como en el aprovechamiento de nuevas teorías y desarrollos tecnológicos.

En este documento se trata el desarrollo de herramientas informáticas apoyadas tanto en la experiencia de docentes en la enseñanza de temas de difícil comprensión, como en el modelo conectivista [SIEMENS 2005]. Los programas de computadora se desarrollan para una mesa interactiva «multi-touch» que propicia que los estudiantes de nivel primaria y secundaria tengan la oportunidad de colaborar e intercambiar ideas en la solución de problemas, con lo cual se pretende mejorar la enseñanza.

El grupo de investigación multidisciplinario integra tanto a investigadores del área de informática del Instituto Politécnico Nacional (IPN) de México, como a docentes de matemáticas que se han enfocado en detectar temas de difícil comprensión para generar y aplicar estrategias (sin computadora) con niños de nivel primaria y secundaria; estas personas además laboran en el CENEVAL (Centro Nacional de Evaluación de la Educación Superior, A. C.). El grupo lo dirige una investigadora con formación en informática y pedagogía que desde finales de la década de 1980 ha promovido el área de informática educativa, entendida en forma dual, como la aplicación de la informática con sus recursos en la Pedagogía para mejorar la enseñanza y la aplicación de la Pedagogía en la enseñanza de la

Informática y temas afines. La directora, ha participado en grupos de producción de software educativo en el IPN; elaboró algunos recursos del proyecto nacional COEEBA (Computación Electrónica en la Educación Básica) cuyos alcances fueron similares al proyecto nacional Enciclomedia, que actualmente ha dado paso al proyecto nacional Mi Compu. Participó en el proyecto institucional del IPN llamado EVA (Espacio Virtual de Aprendizaje). Actualmente, se dedica a la integración de esfuerzos encaminados a la consolidación de un laboratorio de desarrollo de tecnología de informática–educativa que se ha estado gestando con diversos proyectos, entre ellos el “Laboratorio de Innovación en tecnología educativa LITE UPIICSA” (2014), el “Laboratorio para el Desarrollo de Prototipos Informático-Educativos” con registro SIP 20140338 y el proyecto “Prototipos educatrónicos para superficies multitouch” con registro SIP 20144425. El personal participante en estos proyectos pertenece a la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas (IPN–UPIICSA), la Escuela Superior de Cómputo (IPN–ESCOM), el Centro de Investigación en Computación (IPN–CIC), la Asociación Mexicana de Innovación en Tecnología Educativa del DF (AMITE), y la empresa DigiSign de México.

Recientemente México ha tenido una reforma educativa, por lo que la propuesta y las herramientas desarrolladas en este documento están acordes a las políticas nacionales. Se ha procurado que las soluciones sean de bajo costo, incorporen aspectos innovadores útiles en la educación básica, factibles de aprovecharse por los diferentes grupos sociales que componen a la población de México y quizá también puedan adaptarse en otros países.

En el resto del documento se comenta la teoría del conectivismo y la enseñanza de las matemáticas, en particular se indican algunos trabajos de otros investigadores que también abordan uno de los temas de difícil comprensión que es la enseñanza de las fracciones. En este trabajo además se trata el tema de la enseñanza de la geometría. Finalmente se indican las conclusiones y las referencias.

1 Marco de referencia del conectivismo

La Pedagogía, disciplina, ciencia o arte de enseñar se ha enriquecido a través del tiempo de las aportaciones tanto teóricas como aquellas emanadas de la práctica con el propósito de encontrar las mejores prácticas para formar personas útiles a la sociedad.

En (GARCIA, 2011) se establece un contexto a la enseñanza mediada con la tecnología, en particular se presenta una taxonomía basada en (DE ZUBIRÍA, 2011) con la que enmarcan los modelos pedagógicos:

- a) heteroestructurantes,
- b) autoestructurantes,
- c) interestructurantes.

Los modelos heteroestructurantes se refieren a una educación centrada en el proceso de enseñanza basado en la copia y repetición para lograr el aprendizaje; se considera una escuela magistrocentrista con un proceso solipsista que requiere alguna forma de acompañamiento. Las recompensas en este modelo son extrínsecas que se dan cuando se logra un éxito en forma de alabanzas y cortesías a los estudiantes. Este tipo de modelos también se pueden llamar asociacionistas como el conductismo,

otro enfoque es el conexionismo explicado por Thorndike como el fortalecimiento de la conexión entre una respuesta y un estado de cosas agradables. Otras variantes son el condicionamiento operante y la enseñanza programada que dosifica el conocimiento y usa reforzadores secundarios dirigidos al estudiante durante la realización de cada actividad y una evaluación; la enseñanza asistida por computadora se considera como un tipo de enseñanza programada.

Los modelos autoestructurantes consideran que la enseñanza ocurre la construcción del conocimiento desde el interior de cada estudiante, considerado como el centro sobre el que debe girar la actividad pedagógica, privilegia las estrategias por descubrimiento e invención, quedando el docente como un guía o acompañante. El cognitivismo, constructivismo, constructivismo social y modificabilidad cognitiva estructural son propuestas que se consideran en este tipo de modelos. Se confiere importancia primordial a cómo los individuos organizan e incorporan la información nueva y las razones para darle sentido y transformarla en aprendizaje útil; con lo que se asegura la memoria a largo plazo y el uso práctico del conocimiento.

Los modelos interestructurantes o dialogantes consideran la educación centrada en el desarrollo y no en el aprendizaje, trata la necesidad de desarrollar las dimensiones cognitiva, socioafectiva y práxica. El docente y los estudiantes cumplen papeles diferenciados. Se deben usar estrategias que permitan la reflexión, aprendizaje y diálogo. Estos modelos apuestan por el establecimiento de un flujo constante de interacción entre los sujetos como: la conversación didáctica mediada, el diálogo didáctico mediado, la pedagogía dialogante, el aprendizaje en red y el conexionismo. Entre las propuestas que privilegian la tecnología está el aprendizaje en red, referido también como redes de aprendizaje, es una propuesta teórica en la cual las tecnologías de la información y la comunicación son parte fundamental de la enseñanza.

En particular, el conectivismo considera que dada la enorme cantidad de información disponible y la actual complejidad de la ciencia, no pueden existir individuos sabelotodo, por lo que resulta imprescindible considerar el conocimiento como distribuido en redes de individuos y agentes tecnológicos en un entorno de cambio constante. Considera que la actividad individual para lograr el aprendizaje no es suficiente, sino que se requiere de una interacción constante con elementos materiales (herramientas o instrumentos tecnológicos) y humanos. Con base en esta consideración, se requiere diseñar estrategias de adaptación a los cambios. Además propone la desaparición de los cursos y los sistemas de enseñanza o plataformas (LMS) en favor de la autogestión del conocimiento que estará entonces apoyado con recursos de la Web, entre ellos, blogs, wikis, portafolios, podcast, agendas colaborativas y diversos sitios. Sin embargo, las propuestas del conectivismo parecen no ser muy factibles debido a que la complejidad de la cognición humana, la cual no siempre puede encontrar en la tecnología las respuestas a los problemas tanto pedagógicos como de aplicación a los problemas del mundo real.

Como conclusión se tiene que la Pedagogía y los recursos tecnológicos aún están en proceso de mejora y de encontrar respuestas tanto para encontrar problemas a las situaciones del mundo real como a las mejores prácticas que permitan formar individuos capaces de contar con el conocimiento en constante aumento por la disponibilidad y las interacciones a nivel mundial. Con base en esto se analizan ahora las propuestas que se han hecho en el área de matemáticas y en particular en algunos

aspectos que se presentan con mayor dificultad a los estudiantes de nivel primaria y secundaria.

2 Tecnología táctil y la enseñanza de matemáticas elementales

Se han encontrado algunos trabajos que tratan el aprendizaje de las matemáticas en los primeros años de estudio.

La prueba de Estados Unidos del NMAP 2008 (National Mathematics Advisory Panel) se presenta en (BAILEY, 2012) como un referente donde se indica que el dominio de las fracciones proporciona un indicador de la capacidad de logro futuro en matemáticas. En el trabajo se muestran evidencias de la influencia del conocimiento de las operaciones de representación, suma, resta, multiplicación y división de fracciones en el álgebra; principalmente la relación inversa entre el denominador y la magnitud de la fracción. La razón de esto, argumentan, se debe a que las fracciones aparecen en diferentes temas del álgebra.

En (Li, 2002) se enseña el tema de fracciones en dos niveles: abstracto y concreto. El nivel abstracto se enseña a los candidatos a profesores de matemáticas quienes además deben efectuar un rediseño curricular. Esta situación fue motivada debido a que tradicionalmente los profesores creían que conocer matemáticas implicaba conocer la forma de realizar las operaciones, dejando a un lado la representación. Los profesores entonces presentan el conocimiento de las fracciones en el nivel abstracto con prácticas concretas a los estudiantes. Con esta propuesta se espera que existan mejoras en el desempeño de los estudiantes.

En (ZHOU, 2006) se presenta una comparación entre las habilidades de dos grupos de profesores candidatos a impartir las materias de matemáticas de Estados Unidos de América y de China. Se encontró que en las pruebas de conceptos, cálculos y problemas de palabras los Chinos tuvieron mejores calificaciones que su contraparte. Mientras que en los problemas de teorías y aplicaciones psicológicas y educativas los norteamericanos superaron a los chinos. Esto se explica por el diferente énfasis que se aplica en la formación de profesionales en los diferentes países. Entonces se propone en los Estados Unidos para mejorar los resultados a largo plazo una reforma en la curricula de primaria y secundaria; pero primero se aplicará a los futuros profesores.

Las herramientas computacionales cada vez es más frecuente encontrar citas relacionadas con su aplicación.

En (SITTI 2013) se reporta que en Tailandia, la aplicación del conectivismo aprovechando las herramientas de tecnología de información y comunicación (TIC) contribuye junto con la enseñanza basada en problemas (EBP) mejora las habilidades de resolución de problemas en los estudiantes, aunque no se indica si los beneficios con cualitativos o cuantitativos. En esta propuesta se parte de que los estudiantes del siglo XXI deben dominar las 3R y 4C en el conocimiento: lectura (Reading), escritura (wRiting), aritmética (aRithmetic), pensamiento crítico y enfocado a la solución de

problemas (cRitic), creatividad e innovación (Creativity), comunicación (Communication) y colaboración (Collaboration).

En (ADESINA 2014) se aplica la tecnología táctil en la enseñanza de la aritmética en estudiantes de nivel primaria, en los resultados que reporta se observa una mejora cuantitativa en los resultados obtenidos respecto a la enseñanza con recursos tradicionales.

En (ABBAS, 2014) se propone el desarrollo de herramientas de software en dispositivos móviles para mejorar las habilidades cognitivas en los estudiantes, principalmente de preescolar apoyados en la teoría pedagógica del constructivismo y en un modelo de conocimiento basado en una ontología, en contraste con algunos desarrollos que únicamente proporcionan información estática sin considerar alguna teoría o modelo. La herramienta llamada OntoCog, permite crear en forma dinámica recursos que relacionan etiquetas textuales con imágenes para responder preguntas. Por ejemplo, se pregunta que comen varios animales y en una columna aparecen los animales en cuestión y en una segunda columna imágenes y etiquetas de sus posibles alimentos.

En (MERCIER, 2013) se presenta una propuesta llamada NumberNet, que utiliza la tecnología táctil multi-toque para la enseñanza de las matemáticas, con la que se pretende mejorar la flexibilidad además de la fluidez. La fluidez se menciona que se logra con la práctica de resolver ejercicios. La flexibilidad, que es la capacidad para resolver problemas diferentes, es más difícil de lograr, pero se hace con el apoyo de una mesa táctil con estudiantes colaborando en la solución de situaciones en que se da la solución en vez del problema y en formas tradicionales de planteamiento de problemas. Los docentes están como guías y acompañantes de los estudiantes.

En este documento se han desarrollado herramientas para la enseñanza de fracciones y geometría a niños de preescolar, aprovechando algunas de las características del conectivismo y del uso de las mesas interactivas multi-toque que permiten la realización de actividades colaborativas entre varios niños simultáneamente.

3 Recursos didácticos usando una mesa interactiva

En esta sección se comenta el desarrollo de recursos didácticos utilizando tecnología táctil para múltiples usuarios que aprenden en forma colaborativa. Se aprovecha una tableta 3M que permite identificar el toque simultáneo de 60 dedos a diferencia de las tabletas individuales que genéricamente detectan hasta 5 dedos.

El desarrollo se hizo con base en la aportación de experiencias y conocimiento de profesores de matemáticas que además son miembros del comité de evaluación en México (CENEVAL) registrando los aspectos pedagógicos en guiones técnico–didácticos en que se registran tanto los aspectos de diseño de la tecnología como los didácticos. Se cuenta con el apoyo de diseñadores gráficos y creadores de personajes que hacen agradables para los niños a estos recursos.

Uno de los recursos concluidos se utiliza para el aprendizaje de números enteros con fracciones llamado el Rally de las Ranas y otro de los recursos facilita el aprendizaje de figuras geométricas.

3.1 El rally de las ranas

El Rally de las Ranas es un recurso didáctico para preescolar, diseñado sobre una plataforma interactiva que favorece el aprendizaje de fracciones que es uno de los temas de difícil comprensión en primaria y secundaria.

En su diseño didáctico se considera una dinámica de corte conectivista hasta para 4 equipos de estudiantes quienes, a modo de retos cognitivos, analizan la pregunta detonadora basada en una matemática de fracciones y responderán sobre el posible salto de su rana en una recta que, intencionalmente, no es de tipo numérico, sino que se vuelve numérica en el momento en que se confronta la respuesta del equipo con la precisión computacional (figura 1).



Figura 1. Conformación de los equipos de trabajo



Figura 2. Una instancia del avance de la práctica

La herramienta está elaborada para que el docente retome los temas revisados previamente en las aulas y que ahora se confrontan con los ejercicios sobre la mesa.

Considerando que los grupos en las escuelas privadas en México son en promedio hasta de 20 estudiantes y en las públicas superan los 30, se trabaja en el complemento del recurso para que el resto del grupo pueda visualizar vía otros dispositivos como PCs, tabletas o pizarrones electrónicos, lo que sucede en las mesa y en su caso, poder realizar la actividad con su propio interactivo individual.

Durante el desarrollo de la prueba a cada equipo se le indica el tiempo que tiene para dar su respuesta, en este tiempo se realiza la discusión entre ellos y se propone la respuesta que resulta del consenso (figura 2).

3.2 Figuras geométricas

El recurso relativo a la enseñanza de Geometría, permite que los equipos decidan el criterio de clasificación de las figuras geométricas que estarán apareciendo desde el centro de la pantalla. Deberás capturar la mayor cantidad de ellas para obtener mayor puntaje respecto a los otros equipos participantes (figura 3), que pueden ser máximo cuatro y cada uno formado por hasta tres niños.



Figura 3. Una instancia del interactivo de geometría

La discusión sobre el criterio de selección es uno de los aspectos relevantes para facilitar la comprensión de las nociones básicas de la geometría donde los estudiantes presentan normalmente confusiones ya que la identificación de estos elementos por sus propiedades es el principal desafío a atender con su diseño.

Conclusiones

Se presentó en este documento una revisión de las teorías pedagógicas de las que se aprovecha la teoría conectivista aplicada en el desarrollo de recursos de informática educativa para la enseñanza de temas difícil comprensión en matemáticas. Varios autores coinciden que uno de estos temas es el de las fracciones en matemáticas, tanto en el nivel primaria y secundaria (del grado 4 al 12 según el modelo K-12), por lo que resulta valioso impartir los primeros conocimientos desde el nivel preescolar como se ha descrito en este documento. También se ha presentado el problema del aprendizaje de las figuras geométricas.

Los interactivos desarrollados se estima que se integren en las escuelas públicas del Distrito Federal (DF) en México a principios del 2015 y con base en los resultados se difundan también en los otros estados del país.

Agradecimiento

Al profesor Sergio Reyes Torres por su experiencia y apoyo incondicional en la elaboración de los guiones didácticos y supervisión de los interactivos. Este artículo es parte de los proyectos SIP 20140338 "Laboratorio para el Desarrollo de Prototipos Informático-Educativos" y SIP 20144425 "Prototipos educatrónicos para superficies multitouch".

Referencias

ABBAS, MA. et al. (2014). "OntoCog: A Knowledge Based Approach for Preschool Cognitive Skills Learning Application". *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 129 460–468

ADESINA, A. et al. (2014). "Arithmetic: A process-based Computer-Aided Assessment approach for capture of problem solving steps in the context of elementary mathematics". *Computers & Education*. 78, 333–343

BAILEY, DH. et al. (2012). "Competence with fractions predicts gains in mathematics achievement". *Journal of Experimental Child Psychology*. 113 447–455

BOOTH, JL. et al. (2012). "Fractions: Could they really be the gatekeeper's doorman?". *Contemporary Educational Psychology*. 37, 247–253

DE ZUBIRÍA, J. (2011). *Los Modelos Pedagógicos Hacia una pedagogía dialogante*. 3a. ed., Colombia: Cooperativa Editorial Magisterio

GARCIA, V. (2011). "Modelos pedagógicos y teorías del aprendizaje en la educación a distancia". *Apertura*. vol 3, num 2

LI, Y. (2002) "Knowing, understanding and exploring the content and formation of curriculum materials: a Chinese approach to empower prospective elementary school teachers pedagogically". *International Journal of Educational Research*. 37, 179–193

MERCIER, EM. et al. (2013). "Collaborative learning with multi-touch technology: Developing adaptive expertise". *Learning and Instruction*. 25, 13–23

SIEMENS, G. (2005). "Connectivism: A learning theory for the digital age". *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*. 2. 3–10

ZHOU Z. et al. (2006). "Knowing and teaching fractions: A cross-cultural study of American and Chinese mathematics teachers". *Contemporary Educational Psychology*. 31, 438–457