




- 
- **Educando para educar**
 - Año 20
 - Núm. 37
 - ISSN 2863-1953
 - Marzo-agosto 2019
 - educandoparaeducar@beceneslp.edu.mx
-

Benemérita y Centenaria Escuela Normal del Estado

USO DE LA TECNOLOGÍA EN EL APRENDIZAJE ADAPTATIVO: PROPUESTA PARA FAVORECER LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS MATEMÁTICOS EN PRIMARIA

ADAPTIVE LEARNING TECHNOLOGY: A PROPOSAL TO PROMOTE THE RESOLUTION
OF MATHEMATICAL PROBLEMS IN PRIMARY SCHOOLS

Fecha de recepción: 9 de abril de 2019

Dictamen 1: 11 de abril de 2019.

Dictamen 2: 21 de abril de 2019.

Ángel Fernando Chávez Torres¹



Intervenciones
educativas

RESUMEN

La resolución de problemas matemáticos en la educación primaria ha configurado una problemática educativa en México, según pruebas estandarizadas nacionales. Por ello, se realizó una investigación cualitativa con el método de investigación-acción, a través de la herramienta denominada portafolios temático, con énfasis en la implementación de tecnologías de aprendizaje adaptativo, con el fin de favorecer la resolución de problemas matemáticos y evaluar su impacto en el aprendizaje en un grupo de sexto grado de educación primaria. Se obtuvo que la mayoría de los alumnos resolvió de forma correcta más de 70 por ciento de los problemas presentados gracias a la mediación tecnológica y al *feedback* realizado por la misma herramienta digital. Dicho resultado incita a la reflexión sobre el uso de las tecnologías de la información y comunicación en contraste con los métodos algorítmicos tradicionales, así como la importancia de su diseño y planificación.

Palabras clave: adaptación, matemáticas, resolución de problemas, software educativo.

ABSTRACT

The resolution of mathematical problems in primary education has been an educational problem nationwide in Mexico according to standardized tests. Therefore, a qualitative research was carried out from the method of action-research, through the thematic portfolio tool, with an emphasis on the implementation of adaptive learning technologies, in order to promote the resolution of mathematical problems and assess their impact on learning in a 6th grade elementary group; the results obtained were that the majority of students were able to solve correctly more than 70% of the problems presented thanks to technological mediation and the feedback made by the same digital tool. These results encourage reflection on the use of ICTs in contrast to traditional algorithmic methods, as well as the importance of their design and planning.

Keywords: adaptation, mathematics, problem solving, educational software.

¹ Universidad Pedagógica Nacional, Unidad 241. racknarok_17@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La matemática escolar es una de las disciplinas duras dentro del currículo oficial de la educación básica; esta es una de las asignaturas con mayor peso curricular, y es considerada de alto valor para la vida porque “forma parte del repertorio básico que todo ciudadano debe aprovechar para poder desenvolverse en la vida al ser capaz de resolver problemas mediante la aplicación de algoritmos, la medición, el cálculo numérico y el proceso lógico” (INEE, 2016, p. 61). El razonamiento matemático es considerado una de las principales habilidades que desarrollar en los alumnos como parte del perfil de egreso y una educación de calidad.

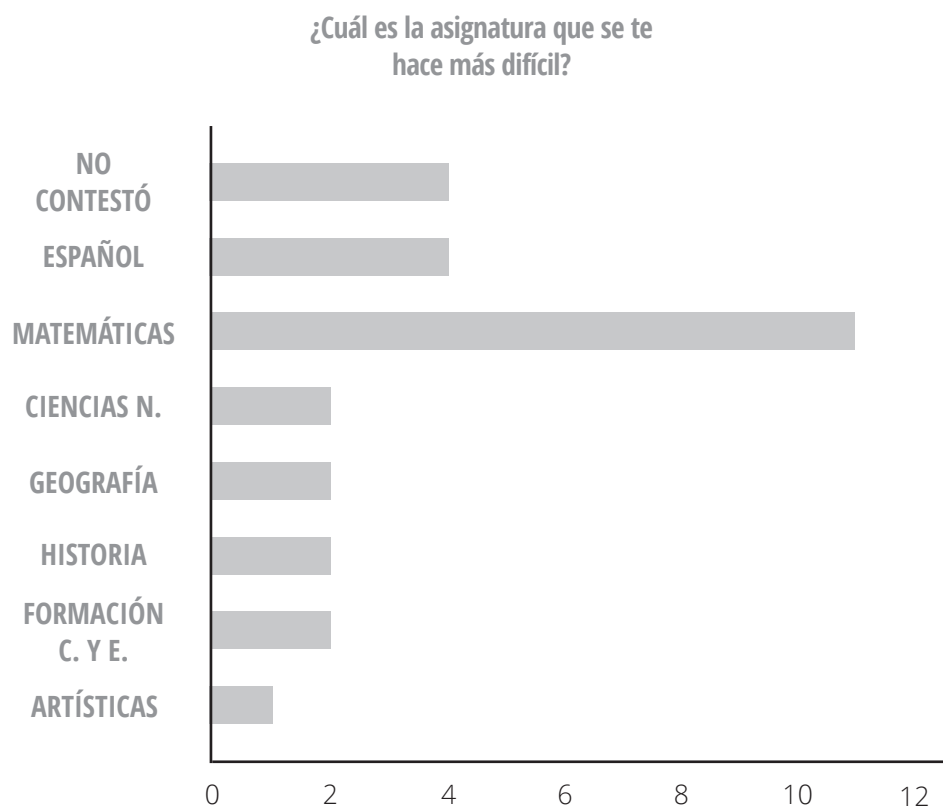
Sin embargo, las estadísticas en materia de evaluación de competencias matemáticas en las esferas nacional e internacional elaboradas a partir de los resultados obtenidos en las pruebas estandarizadas como el Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (PISA, por sus siglas en inglés) y el Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes (PLANEA) muestran un gran déficit en las competencias matemáticas con respecto del nivel esperado en este rubro. Este déficit demuestra un problema educativo que se ha reiterado a lo largo de los años en los estudiantes en México. Esta situación provoca la emergencia de una gran necesidad de dirigir la mirada hacia la comprensión del porqué de este déficit en los alumnos del nivel básico y la construcción de posibles alternativas didácticas que faciliten el desvanecimiento de la problemática general, pero desde una intervención en contextos reales dentro de las aulas.

La presente investigación se sustentó en un paradigma cualitativo, con una modalidad de investigación-acción educativa, con el fin de valorar e intervenir de modo directo en el objeto de estudio buscando la transformación de prácticas docentes, a diferencia de la búsqueda de nuevos conocimientos (Restrepo, 2004). De esta metodología, se utilizó como estructura la investigación formativa, a través de la herramienta del portafolios temático, y el ciclo reflexivo de John Smith (1998) como metodología para la reflexión de la práctica, mediante el análisis de artefactos recabados y seleccionados de la implementación, dando el interés primordial a la transformación de la propia práctica del investigador, siendo necesario que esta se encuentre entre los objetos de estudio.

La investigación se realizó en la escuela primaria Vicente Guerrero, ubicada en la delegación La Pila, en el estado de San Luis Potosí (México), a 20 kilómetros de distancia de la capital del estado. De acuerdo con los indicadores tomados del censo de población efectuado en 2010 por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y una visión de campo de mi propia experiencia, la comunidad muestra una diversidad de situaciones socioeconómicas ocasionadas por la cercanía con la zona industrial del estado de San Luis Potosí; esto abre la posibilidad de tener habitantes con un nivel bajo de marginación, al ser personas con trabajos estables, y otro con un nivel muy alto de marginación, a causa de las condiciones laborales poco favorables y el número de hijos por familia.

El grupo de sexto A, en el que se realizó la investigación, tenía una matrícula de 31 alumnos, 13 niñas y 18 niños, de edades entre 11 y 12 años. En dicho grupo se planteó una serie de actividades de tipo diagnóstico mediante tres instrumentos: una encuesta, la evaluación del sistema de alerta Temprana (SisAT) y una prueba de resolución de problemas matemáticos de 20 reactivos, de los cuales pude obtener la información que se representa en la figura 1.

Figura 1. Resultados de un reactivo de la encuesta realizada a los alumnos



Fuente: elaboración propia.

Con los resultados de la encuesta y el análisis de un reactivo en específico, se observa la gran diferencia que marcan los alumnos en cuanto a la dificultad entre las asignaturas con respecto de la de matemáticas; la mayoría, 40 por ciento, coincidió en que es la más difícil para ellos.

A la par de la encuesta, se realizó la evaluación de cálculo mental mediante la estrategia del SisAT. Según los resultados, los alumnos de sexto grado demostraron que poseen un buen cálculo mental, con un promedio de respuestas correctas de 61 por ciento al momento de realizar operaciones básicas en un nivel de dificultad propio para el grado cursado.

La información se contrastó con los resultados de la prueba de resolución de problemas matemáticos, la cual se diseñó con reactivos abiertos en su totalidad, basado en la resolución de 20 problemas de temas que se habían visto durante el bimestre. En dicha prueba se obtuvo un promedio de 33 por ciento, correspondiente a una resolución correcta de seis problemas de 20 en promedio, es decir, erraron 14.

Estas evidencias me condujeron a la conclusión de que, aun cuando los alumnos poseen un buen cálculo mental y los conocimientos de operaciones básicas, son incapaces de usarlos al momento de resolver un problema. Así, se demuestra que tienen el conocimiento algorítmico, pero no logran llevarlo a una situación específica y práctica, lo cual ocasiona, entonces, que el alumno catalogue la asignatura de matemáticas como la más difícil, tomando en cuenta este tipo de situaciones presentadas. Dichas conclusiones me indicaron que los alumnos del sexto grado tenían dificultad para resolver problemas matemáticos, aunque conozcan los algoritmos para resolverlos.

Como parte de la investigación-acción y de la investigación formativa, fue necesario intervenir para identificar las causas de la problemática detectada y, a su vez, diseñar y evaluar una alternativa didáctica que lograra desvanecer dicha problemática. Se optó por una intervención mediada por las tecnologías de la información y comunicación (TIC), con la finalidad de proponer un cambio innovador en las prácticas cotidianas acordes con la sociedad de la información en la que los alumnos están inmersos, tomando en cuenta la afirmación de Gros (2000): "hay que tener presente también que la integración de las nuevas tecnologías supone una modificación global del sistema educativo que, a su vez, tiene que adaptarse a las modificaciones derivadas de la sociedad informacional global" (p. 40), sin olvidar que la transformación hacia la integración de esas herramientas es fundamental, ya que "la integración va más allá de la sola integración de la herramienta y se sitúa en el propio nivel de innovación del sistema educativo" (Gros, 2000, p. 40).

Con base en estas posturas, se planteó una pregunta de investigación que guío el trabajo, la cual enuncié de la siguiente manera: ¿cómo favorecer la resolución de problemas matemáticos en un grupo de sexto grado mediante el uso de softwares didácticos? Para responderla se establecieron dos propósitos generales: 1) favorecer la resolución de problemas con objeto de potenciar el razonamiento matemático mediante la aplicación de herramientas digitales, y 2) aplicar un software de tecnología adaptativa con el fin de valorar el impacto de estos en el aprendizaje de los alumnos en cuanto a la resolución de problemas matemáticos mediante el diseño de una secuencia didáctica.

Para llevar a cabo la investigación, se realizaron seis intervenciones dentro del grupo de sexto A y se evaluó el alcance de cada una de estas tanto en la resolución de problemas matemáticos como en el impacto de las herramientas tecnológicas ocupadas como mediadoras durante las secuencias didácticas. En cada una de ellas se diseñaron estrategias didácticas que lograran una mediación entre el contenido y el alumno a través del uso de herramientas digitales, pero con el soporte metodológico de la teoría de las situaciones didácticas de Brousseau y el método para resolver problemas de Polya, con el objetivo de que los alumnos avanzaran paulatinamente en la resolución de problemas matemáticos.

Para fines de este artículo, describiré la última secuencia, en la cual se diseñó e implementó un software didáctico basado en la metodología de la tecnología de aprendizaje adaptativo, que englobaba los hallazgos de las intervenciones propias de la investigación, por lo que se logró enlazar tanto el enfoque de resolución de problemas matemáticos como el del aprendizaje adaptativo y las TIC.

DESARROLLO

Durante la tercera intervención de la investigación se detectó una de las causas más importantes de la dificultad en los alumnos para resolver problemas matemáticos, que está enlazada a un postulado de Calvo (2008), a saber:

[...] se reconoce que el problema debe conformar un reto para el alumno, y debe ser adecuado al nivel de formación de cada grupo. De este modo, no se puede pretender que todos en el aula resuelvan siempre los mismos problemas; al considerar que dentro de una misma clase se pueden encontrar estudiantes con distintas capacidades cognitivas, es lógico que resuelvan problemas con diferentes niveles de dificultad, de manera que constituya un verdadero reto para todos (p. 132).

Desde esta perspectiva, los problemas matemáticos deben estar ligados al nivel cognitivo de los alumnos; sin embargo, al ser el aula de clases una multitud de alumnos con diferentes niveles cognitivos muy distantes unos de otros, establecer un mismo problema para todos de forma homogénea generaría un claro déficit de los alumnos que no están en el nivel que demanda el problema aplicado. Esta inferencia se sustentó también en la afirmación de Sánchez (2001, cit. en Calvo, 2008) acerca de que “la presencia de dificultades se debe a que no se tomó en cuenta durante su enseñanza la maduración psicogenética” (p. 126).

A raíz de tales circunstancias surgió una serie de dudas relativas a la manera de diseñar situaciones didácticas en las que se lograra la individualización del conocimiento de acuerdo con los niveles presentados en los alumnos. Así, se pensó que el diseño didáctico debería cubrir las siguientes características: no podría ser presentado un mismo problema para todos los alumnos, de acuerdo con lo encontrado durante la investigación; se deberían implementar diferentes problemas adecuados al nivel y a las características de cada alumno; sería necesaria una evaluación formativa para detectar en el alumno las dificultades en los procedimientos, pero tomando en cuenta que los problemas serían diferentes; se evitaría la discriminación o la segregación de alumnos por niveles cognitivos, para no dar pie a la desmotivación de los estudiantes que estuviesen en niveles inferiores que otros y se autocatalogaran negativamente; sería necesario evaluar la progresión de las habilidades matemáticas de acuerdo con los niveles de los alumnos y seguir esta progresión conforme sus capacidades lo requirieran; sería importante permitirle al alumno realizar procedimientos informales o formales dependiendo de su nivel en matemáticas.

Tomando en cuenta estas condiciones para evaluar si la problemática podría subsanarse desde este supuesto, así como la complejidad de estas para llevarlas a cabo desde una práctica tradicional y con materiales rutinarios en una clase de matemáticas, se optó por diseñar un software didáctico que reuniera todas estas exigencias y que estuviera basado en la metodología de las tecnologías de aprendizaje adaptativo, lo cual permitiría cubrir dichas necesidades debido a las características de estas tecnologías.

La tecnología de aprendizaje adaptativo surgió a raíz de las teorías adaptativas iniciadas por los estudios de Snow (1980), en las que postulaba que “la psicología de las diferencias humanas es fundamental para la educación”. Por su parte, Corno y Snow (1986, cit. en García, 1997) afirman:

La teoría adaptativa asocia las diferencias en los resultados educativos al grado de apoyo instructivo que el método ofrece al estudiante en función de los procesos cognitivos que necesite poner en juego para realizar una tarea determinada; es decir, parece que las diferencias entre estudiantes relacionadas con los métodos educativos no se deben tanto al método en su conjunto, como a sus componentes y a la demanda aptitudinal que le requiere al estudiante (p. 255).

Según esta teoría, la alta variabilidad de resultados que se obtienen en las aulas se debe al grado en que el método se adapta a las necesidades del estudiante, y no tanto a la metodología global que se siga. De tal manera, se le da importancia a la diversidad cognitiva del alumno por encima de la metodología implementada de forma general.

De la teoría del aprendizaje adaptativo surge la tecnología de aprendizaje adaptativo como una propuesta de mediación pedagógica desde los estudios de Brusilovsky (2001), quien define el término “hipermedia adaptativa” centrándolo en la educación mediante tecnologías y plataformas en línea que, gracias al *big data* (procesamiento de grandes cantidades de información) de los procesadores actuales, es posible adaptarlas a los entornos según las necesidades de los alumnos, a partir del análisis inmediato de la información ingresada por los usuarios.

De estas tecnologías se rescata una serie de características beneficiosas para el aprendizaje: el proceso de aprendizaje se personaliza, lo cual permite al estudiante tener una ruta de aprendizaje de acuerdo con sus necesidades, fortalezas y debilidades; el aprendizaje es más eficaz porque convierte a cada estudiante en el centro del proceso de enseñanza, le retroalimenta y reorienta inmediatamente; el estudiante se involucra más en su aprendizaje, por lo que se muestra más motivado e interesado; el tiempo productivo en clase se maximiza; con un mejor dominio del contenido por parte de los alumnos, los docentes pueden guiar el aprendizaje y fortalecer las competencias de sus estudiantes; las competencias digitales de los alumnos experimentan una mejora, porque deben utilizar constantemente la plataforma educativa, desarrollar actividades adaptativas y resolver asignaciones en un entorno digital (E-learning Masters, 2017).

Las tecnologías del aprendizaje adaptativo o adaptación hipermedia se subdividen en dos estructuras generales: presentación adaptativa y soportes de navegación adaptativa (Fontalvo et al.,

2007). La presentación adaptativa consiste en “la adaptación de los contenidos de aprendizaje, a partir de las necesidades y habilidades de los usuarios” (Fontalvo et al., 2007, p. 51). Esto quiere decir que el contenido se adapta según las características y aptitudes de los alumnos. Por otro lado, el soporte de navegación adaptativa es la estructura de navegación que se presenta como apoyo al usuario, pueden ser mensajes o caminos que se proponen de acuerdo con las características de cada uno.

Este tipo de tecnologías están pensadas para trabajar mediante una plataforma en línea, en la que el alumno registra sus necesidades y esta procesa la información, por lo que le ofrece la mejor opción en función de sus necesidades. Tomando en cuenta la brecha digital (Lizarazo y Paniagua, 2013) de las escuelas públicas, se diseñó un *software* didáctico que tomara en cuenta estas características, pero que pudiera ser trabajado desde un entorno fuera de línea, sin necesidad de internet, usando una computadora por alumno, considerando las carencias que existen en el contexto donde se realizó la investigación. Para diseñarlo, fue necesario tener presente el enfoque disciplinar de la asignatura de matemáticas, las características de los alumnos y las características que debería tener el *software* para que pudiera adaptarse a los niveles de los estudiantes.

Con fundamento en estas premisas, surgió la idea de diseñar el *software* llamado Naltepeu, que en náhuatl huichol significa “mi pueblo”, nombre acorde con la estructura y el contexto que enmarcaban al mismo juego digital, el cual simulaba su propia comunidad, pero en un entorno virtual, tomando en cuenta que uno de los principios básicos del enfoque de la asignatura de matemáticas es que “la autenticidad de los contextos es crucial para que la resolución de problemas se convierta en una práctica más allá de la clase de matemáticas” (SEP, 2017). Por estos motivos, la contextualización desde la propia vida del alumno fue imprescindible para que los problemas matemáticos pudieran ser significativos para él, y que, como tal, fuese muy importante en el diseño del *software*.

Imagen 1. Mundo virtual de Naltepeu tomando en cuenta el contexto real del alumno

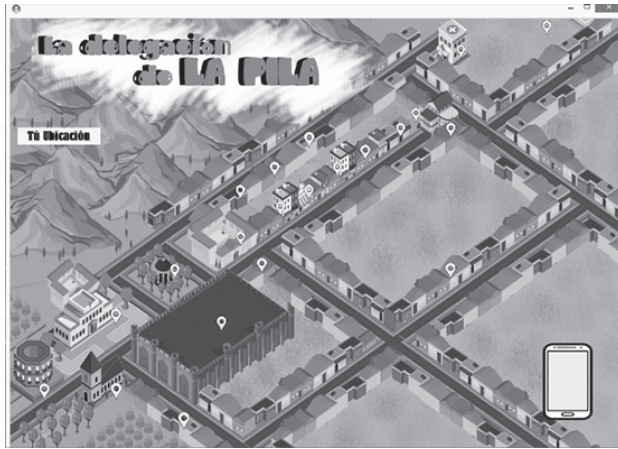


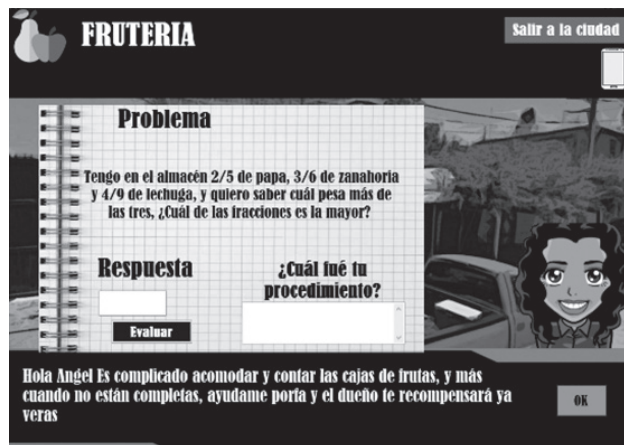
Imagen 2. Perfil del alumno usando un avatar



El software del Naltepeu consiste en un simulador de problemas de matemáticas en el que cada alumno asumía el rol de él mismo mediante un avatar que escogía de acuerdo con su parecido físico, con la finalidad de generar lo más posible la sensación de personalización dentro del juego (véase la imagen 2). Al escoger el avatar, los alumnos se adentraban en su ciudad, la cual es la delegación de La Pila, en donde ellos viven, pero digitalizada y diseñada de forma animada, tomando como base una foto aérea que obtuve de la aplicación Google Maps (véase la imagen 2). Este rasgo lo planteo con la intención de generar en el alumno la sensación de que estaría resolviendo problemas reales en su propio contexto habitual, lo cual abonaría a la significación del conocimiento, y teniendo presente que “las simulaciones representan situaciones reales o imaginarias que no se pueden llevar a cabo en el entorno del aprendizaje” (Schunk, 2012, p. 326).

Dentro del juego, los alumnos tenían la facilidad de elegir alguna de las estaciones que la ciudad ofrecía, que son lugares comerciales comunes en su comunidad, como la zapatería, la frutería, la papelería, entre otras. Cada una de ellas conservaba un tema propio de matemáticas, que se presentaba en forma de un problema relacionado con el negocio, para cuya resolución el vendedor le pedía ayuda al alumno. Si el alumno lo resolvía, era beneficiado con alguna recompensa, que podría usar dentro del mismo juego; además, iba sumando puntos de experiencia que le permitían ir subiendo de nivel.

Imagen 3. Situación problemática en la estación de la frutería



En cuanto a los niveles cognitivos de los alumnos, se tomaron en cuenta los problemas de matemáticas con un nivel de dificultad menor al estandarizado en el programa de estudios acorde con el nivel según la edad y el grado escolar, con el fin de que los alumnos se adaptaran con más facilidad a los problemas. De esta forma, los alumnos que tuvieran el nivel acorde con el estándar marcado por el programa avanzarían rápidamente, mientras que los que estuvieran por debajo de ese nivel podrían ir avanzando niveles del juego de forma más lenta, sin que ello repercutiera en sus logros dentro del *software*; simplemente cada uno podría ir avanzando a su ritmo.

Esta característica del juego alude a la categoría “presentación adaptativa” de la clasificación de la tecnología adaptativa, según la tipología de Fontalvo et al. (2007) antes expuesta. Debido a ello, lo que se adapta es el contenido de acuerdo con las características y los avances de cada alumno, lo cual le permite avanzar desde la comodidad de su nivel cognitivo, sus aprendizajes y sus experiencias previas.

Para la evaluación, el *software* estaba diseñado para que los alumnos tuviesen que escribir sus resultados y explicar los procedimientos que siguieron para pedirle al programa que lo evaluara, y este valoraba si el resultado es el correcto. En caso de que el alumno errara, el juego lo invitaba

a volver a intentarlo indicándole que revisara el procedimiento con el propósito de detectar el error. Esta función de evaluación automática impedía que los alumnos se desmotivaran por el tiempo de revisión, considerando que, en la forma tradicional de evaluación, comúnmente el docente es quien evalúa y retroalimenta a cada alumno de manera individual, lo cual implica una gran cantidad de tiempo entre cada revisión.

Otra de las funciones cuya inclusión resultaría importante era la cualidad del *software* de grabar cada uno de los movimientos del alumno, así como los procedimientos usados, los errores y los aciertos durante el juego. De esta forma, podría revisar de modo individual las dificultades que los estudiantes tuvieran y orientar mi intervención con cada uno de ellos de acuerdo con las necesidades presentadas, lo cual es complicado en la forma tradicional de revisión y evaluación, debido a la poca información que se muestra en un cuaderno y la complejidad en la observación de cada uno de los alumnos al momento de que resuelven un problema.

Badia y Monereo (2005) mencionan estas dos direcciones en la evaluación: “la aportación de las TIC en la evaluación de los aprendizajes se ha producido principalmente en dos direcciones: la autocorrección de las respuestas y la obtención de documentos digitales demostrativos de los avances de los alumnos” (p. 57). La primera ocurre cuando el programa informático ha valorado la respuesta y le ha ofrecido al alumno una orientación del motivo del error; la segunda tiene que ver con la capacidad de obtener evidencias de los progresos de los alumnos para que el profesor pueda evaluar dicha información en todo momento.

Estas características son, sin duda, una ventaja sobre los métodos de evaluación tradicionales, y suponen la posibilidad de desarrollar en el alumno la capacidad de aprender a aprender al momento de autoevaluarse y autocorregirse. Sin embargo, como

menciona Badia y Monereo (2005), “esas sugerencias deben traducirse en el diseño didáctico de actividades que puedan aplicarse en las aulas escolares” (p. 57). Enfatizan que solo se pueden lograr cuando el docente diseña estrategias didácticas digitales contemplando estas dos modalidades de evaluación en su desarrollo. Esto quiere decir que una herramienta digital no logrará por sí sola estos procesos valorativos y de construcción de aprendizaje esperando que se den por su simple naturaleza.

Por estos motivos, al diseñar el *software* de Naltepeu se le agregó la función de guardar en una base de datos la información del alumno y sus movimientos, desde en qué estación entra, el resultado que registra, hasta su procedimiento. Al final, esta información me permitió valorar el desempeño del estudiante, sus errores y dificultades, así como las veces en que regresaba a resolver un problema que había errado corrigiendo su procedimiento gracias al *feedback* del mismo juego, lo cual solucionó la problemática de observar el desempeño de cada uno de forma directa y presencial.

APLICACIÓN Y RESULTADOS DE NALTEPEU

Es importante resaltar que este diseño didáctico fue el último implementado en la investigación y que durante las otras cinco intervenciones los alumnos comenzaron a trabajar la metodología para resolver un problema, con base en los aportes de Polya (2015), usando herramientas tecnológicas que mediaran el proceso de enseñanza y aprendizaje. Cada una de las secuencias fue arrojando hallazgos importantes tanto en las matemáticas como en las características que eran funcionales al diseñar e implementar *softwares* didácticos. El cúmulo de estos descubrimientos permitió el diseño del Naltepeu, en el cual traté de reunir todas las características necesarias observadas a lo largo de la investigación.

Decidí que la aplicación se llevara a cabo mediante el trabajo de los alumnos de forma autónoma porque, en primer lugar, requería evaluar el desempeño de cada uno de manera individual, para poder hacer un balance entre el comienzo y el final de la investigación, y, en segundo lugar, porque, según la teoría de las situaciones didácticas de Brousseau, una parte fundamental de la didáctica de las matemáticas es llevar un orden en las situaciones, comenzando con la primera, que se refiere a la “acción” (Brousseau, 1986), en la que “se genera una interacción entre los alumnos y el medio. Los alumnos tienen que tomar las decisiones necesarias para realizar su actividad de resolución de problemas planteado” (Cattaneo, 2010, p. 27). En esta, los alumnos afrontan el problema y acuden a sus conocimientos para resolverlo de forma autónoma.

Mi intención fue que, después de que los alumnos se conflictuaran al resolver los problemas, se generara en ellos la necesidad de pasar a la situación de la “formulación”, en la que la comunicación y la interacción entre pares funcionarían como apoyo para ellos, para después pasar a la situación de la “validación” al evaluar su resultado mediante la interacción con el juego. De esta forma, y mediante la validación de sus procedimientos, se pretendió la construcción de un conocimiento encaminado a la “institucionalización” del conocimiento matemático.

Los alumnos se mostraron muy motivados al interactuar con el juego, se veía cómo la metodología usada para el diseño del *software* cobraba importancia, el alumno tenía que realizar una serie de ensayo-error al afrontar los problemas en una situación de acción. Después, observé cómo los alumnos intercambiaban preguntas en busca de la solución de las dudas acerca de los problemas presentados. Asimismo, acudían a mí para hacerme preguntas sobre alguna duda que tuvieran, acción propia de una situación de formulación: “El alumno intercambia información con uno o varios interlocutores. El maestro puede ser uno de ellos” (Chamorro, 2005, p. 47). Esta situación me indicaba que el interés del alumno por resolver un problema era tan fuerte que al verse limitado buscaba el apoyo de sus pares para resolverlo y así seguir avanzando en el juego.

Posteriormente, el alumno validaba su resultado respondiendo al problema, y podía observar si era correcto o incorrecto. Esta situación se beneficiaba del manejo de información del ordenador. Si lo hubiera hecho de manera tradicional, me habría tardado un tiempo considerable en revisar cada uno de los resultados de los alumnos. Entonces, una de las grandes ventajas del uso de una computadora para el desarrollo del razonamiento es esa velocidad para la evaluación de los resultados, lo que permite mantener el interés del alumno sin perder tiempo.

Durante la aplicación de la secuencia, observé una gran motivación en los alumnos y cómo iban internalizando el interés por resolver los problemas que se les presentaban. Así, se constata la coincidencia con la teoría de las situaciones didácticas de Brousseau, pues la dinámica del juego permitió a los alumnos trasladarse a una situación a-didáctica. Al respecto, Chamorro (2005) señala: “Para que un alumno pueda percibir una situación como a-didáctica es necesario que haya una construcción epistemológica cognitiva intencional. El alumno es entonces el responsable de la resolución del problema que le plantea la situación y a él le corresponde encontrar una solución” (p. 46).


Los alumnos no veían aburrido ni tedioso el uso de su razonamiento y sus habilidades matemáticas para resolver los diferentes problemas que se les presentaban; su interés aumentaba conforme iban obteniendo recompensas al resolverlos de forma correcta, lo mismo pasaba cuando erraban. El mismo interés actuaba como motivante para que los alumnos se autoevaluaran y detectaran el error en sus procedimientos.

La función del *software* programada para detectar un error en algún resultado le informaba al alumno, mediante un mensaje emergente, que su procedimiento tenía algún error y lo invitaba a encontrar dicho error en su razonamiento, con el fin de que respondiera el problema de forma correcta, lo cual hizo que los alumnos intentaran en repetidas ocasiones resolver problemas de una estación y detectaran de forma autónoma cuál era su error y, mediante la autocorrección, llegar al resultado correcto.

Esta función de evaluación inmediata es un rasgo de las herramientas digitales que ayuda al alumno a no perder la motivación. Esta cualidad también la menciona Gros (2000) al puntualizar las ventajas de una aplicación desde un enfoque de Enseñanza Asistida por un Ordenador (EAO). Explica que “el *feedback* recibido era inmediato. Es decir, el usuario conocía el resultado de su respuesta inmediatamente, lo que supone un incremento de la motivación mientras se está produciendo el aprendizaje” (p. 44). En efecto, este *feedback*, como Gros lo expone, permitió a los alumnos valorar sus procedimientos de forma instantánea y seguir experimentando y probando sus procedimientos cuando el programa detectaba un error, lo cual abonó a la construcción de su aprendizaje.

Gracias a la función del registro automático de las acciones de los alumnos, analicé de una forma muy personal el desempeño de cada uno de los estudiantes. Esto me permitió ver la forma en que resolvían los problemas, los errores que cometían y la manera en que corregían sus procedimientos, como se puede ver en el informe del *software* reproducido en la imagen 4.

Imagen 4. Informe de una alumna emitido por el software de Naltepeu

		Informe Adriana ev		sábado, 2 de junio de 2018 12:38:23 a. m.			
nivel	lugar	problema	solución	resultado	procedimiento	evaluación	
1	Farmacia	Una paciente llegó con tos muy severa, y le receté que tomara una pastilla verde cada 2 horas y una roja cada 5 horas, y me pregunto qué cuantas horas iban a pasar para que se tomara las dos juntas ¿tú puedes decir cuantas horas pasaran para que coincidan las dos pastillas?	10	10	saque los multiples	correcta	
1	Paletería	Quiero hacer inventario pero no tengo mucho tiempo, ¿me puedes decir cuántas paletas de chocolate hay si del total de paletas que son 420, 1/2 son de chocolate?	210	0.5	1/2 lo paca a decimal	incorrecta	
1	Paletería	Quiero hacer inventario pero no tengo mucho tiempo, ¿me puedes decir cuántas paletas de chocolate hay si del total de paletas que son 420, 1/2 son de chocolate?	210	5	1/2 lo paca a decimal	incorrecta	
1	Paletería	Quiero hacer inventario pero no tengo mucho tiempo, ¿me puedes decir cuántas paletas de chocolate hay si del total de paletas que son 420, 1/2 son de chocolate?	210	5	1/2 lo paca a decimal	incorrecta	
1	Paletería	Quiero hacer inventario pero no tengo mucho tiempo, ¿me puedes decir cuántas paletas de chocolate hay si del total de paletas que son 420, 1/2 son de chocolate?	210	210	saque la mitad de 420	correcta	
1	Frutería	Se me echaron a perder las manzanas por el clima, de todas las manzanas solo 2/5 están en buen estado ¿me puedes decir que fracción de manzanas se echaron a perder para poder tirarlas?	3/5	3/5	por que 3/5 es lo que falta para completar 5/5	correcta	
2	Delegación	El delegado quiere construir un granero con láminas en la pila, pero para hacerlo necesita colocar una varilla en cada arista de la construcción, si en los planos el granero tiene forma de prisma hexagonal, ¿cuántas varillas va necesitar para hacerlo?	18	18	por que en las dos 2 veces son 12 y mas las aristas dpnde se detiene son otras 6 serian 18	correcta	
2	Carnicería	Si compran 1/2 kilo de bisteck, 4 kilos de molida, y 2.3 kilos de pollo, ¿Cuánto pesará en total la compra?	6.8	6.8 kilos	por que un 1/2 es 0.5 entonces 0.5+2.3+4=6.8 kilos	incorrecta	
2	Ferretería	¿Me puedes ayudar? Necesito saber cuántos metros de alambre voy a necesitar para cercar un terreno cuadrado que mide 3 metros de lado	12	12	por que 3x4=12	incorrecta	
2	Ferretería	¿Me puedes ayudar? Necesito saber cuántos metros de alambre voy a necesitar para cercar un terreno cuadrado que mide 3 metros de lado	12	12	por que 3x4=12	incorrecta	
2	Ferretería	¿Me puedes ayudar? Necesito saber cuántos metros de alambre voy a necesitar para cercar un terreno cuadrado que mide 3 metros de lado	12	24	por que 3x8 es 24	incorrecta	
2	Ferretería	¿Me puedes ayudar? Necesito saber cuántos metros de alambre voy a necesitar para cercar un terreno cuadrado que mide 3 metros de lado	12	12	por que 3x4 es 12	correcta	
2	Centro de Salud	Un paciente llegó por un medicamento y me pide un tratamiento para 120 días tomando un comprimido cada día, ¿cuántas cajas de estas necesito darle en farmacia para completar su tratamiento?	3	3	por que 4x3 son 120 y lo que el paciente le pidio	correcta	
2	Dulcería	Quiero vender dulces por separado de como vienen las bolsas porque así es más fácil que lo compren, si cada bolsa de paletas cuesta 60 pesos y trae 30 paletas, ¿Cuánto cuesta cada paleta?	2	2	por que 30 entre 60 son 2 y 2x30 son 60	correcta	
2	Tienda	¿Me ayudas a hacer la cuenta de unos frijoles, una mayonesa y un agua embotellada por favor? se me extravió mi calculadora	41	41	por que 14+14+14 son 41	correcta	
2	Panadería	En la panadería, el lunes salieron 35 bolillos, el martes salieron 40 bolillos, y el miércoles salieron 45 bolillos, ¿si sigue la producción así cuantos bolillos saldrán el domingo?	65	65	jueves 50 viernes 55 sabado 60 domingo 65	correcta	
2	Tienda	Un señor se llevó ayer dos litros de leche y un aceite y me pago con un billete de \$100 ¿Cuánto dinero le sobra?	50	66	por que 100-34 son 66	incorrecta	

Este informe, obtenido fielmente del registro del programa de Naltepeu, fue útil en la observación y la evaluación del desempeño de cada estudiante al interactuar con el programa, sin la necesidad de ir a cada uno de los lugares al momento en que el alumno está jugando. Elegí este artefacto, en primer lugar, por el desempeño de Adriana ante los errores y, en segundo lugar, porque evidencia una característica inigualable de una evaluación por medio del ordenador.

La estructura del informe muestra el nivel del juego en el que estaba la alumna. El apartado "lugar", donde estaba realizando el problema, señala también cuál fue el problema que se le presentó. La columna "solución" indica el resultado correcto, y la columna "resultado" el resultado de la alumna. Después registra cuál fue el procedimiento que usó y, por último, emite una valoración.

En el informe se puede ver que la estudiante resolvió correctamente el primer problema. Después fue a la peletería, donde tuvo su primer inconveniente: el problema le pide que obtenga $\frac{1}{2}$ de 420, y, según el procedimiento registrado, decidió obtener el decimal de $\frac{1}{2}$ usando el razonamiento de que, para obtener la fracción de un entero, una vía correcta es obtener el número decimal de esa fracción y multiplicar ese decimal por el total dado. Sin embargo, solo colocó el resultado de 0.5, lo cual evidencia un procedimiento incompleto, pues le faltó multiplicar esa cantidad por el total, que era 420.

Automáticamente, el juego le mandó la señal de que la resolución es incorrecta y le pidió que verificara su procedimiento. La alumna se equivocó tres veces más tratando de ver si había errado en el número decimal, cambiándolo a 5, hasta que comprendió que debía sacar la mitad de una cantidad total. Por ello, escribió en su procedimiento: "saqué la mitad de 420" obteniendo el resultado de 120, lo cual el juego calificó como correcto.

Este ensayo y error ayudó a Adriana a construir conocimiento de forma autónoma. Resnick y Ford (2007) aluden al aprendizaje constructivo de Piaget y mencionan que en estas actividades "pueden ser frecuentes los errores, pero tales errores forman parte del intento por parte del niño de desentrañar el sentido de los conceptos. El aprendizaje constructivo supone 'ensayar' ideas, hacer pruebas para descubrir cuáles métodos de resolución funcionan y cuáles no" (p. 225). Este ensayo y error que realizó la alumna se ve reflejado en el informe. Así, se infiere que tanto la motivación generada por resolver el problema como el *feedback* emitido por el juego la condujeron a corregir su propio procedimiento y llegar al resultado correcto; de esta manera, le ayudó a construir conocimiento.

De esta misma forma, pude valorar y analizar de modo personal a cada uno de los alumnos que interactuaron con el *software*, lo cual me permitió ver cuáles fueron sus principales dificultades, con el fin de enfocar mis intervenciones posteriores según lo registrado en los informes de cada alumno.

Al analizar en general los informes, confirmé la funcionalidad de este recurso digital. Si hubiese seguido este proceso en un aula tradicional, habría sido importante pensar cuánto tiempo me llevaría evaluar a cada alumno de forma personal para que llegara al mismo proceso que se alcanzó mediante el uso de la herramienta digital, tomando en cuenta que el mismo informe y la evaluación se efectuaron por cada uno de los alumnos de manera simultánea; en una práctica cotidiana no podría realizar tantas evaluaciones al mismo tiempo, lo cual haría que la motivación del alumno decaiga, tomando en cuenta el tiempo de atención de manera efectiva.

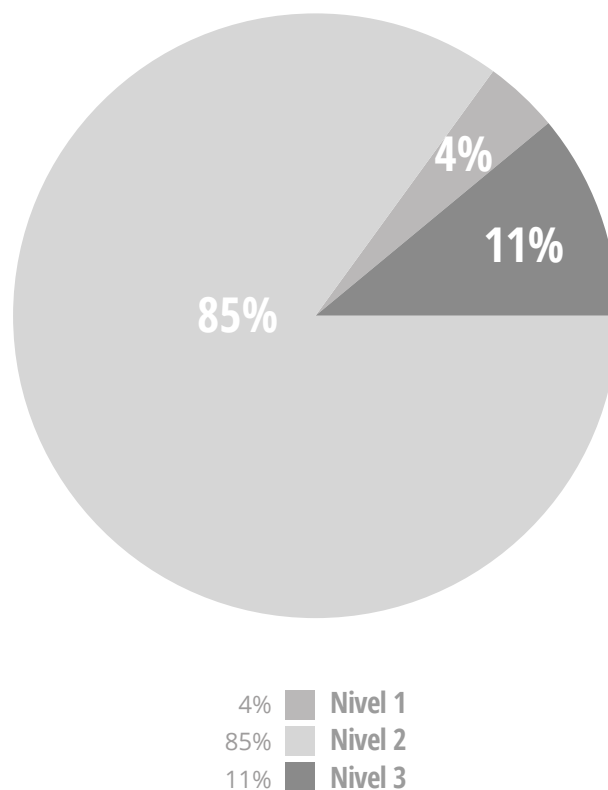
Considerando estos aspectos, así como la facilidad proporcionada por la motivación del alumno para resolver problemas matemáticos en un ambiente virtual, puedo evaluar el diseño del juego Naltepeu

bajo las pautas propuestas por Montero (2015) acerca de los videojuegos como herramientas de aprendizaje, que ofrecen diversos elementos que hace que su uso sea muy interesante pedagógicamente, a saber: los resultados obtenidos quedan frecuentemente registrados, lo que permite tener constancia de los avances de cada estudiante; los niveles de dificultad son progresivos, con lo que se mantienen la atención del estudiante; son atractivos, dinámicos, y la información y las tareas aparecen en un entorno multimodal; el aprendizaje no es lineal y está en un contexto significativo; muchos videojuegos ofrecen formas diferentes para la resolución de un mismo problema (p. 34). Estos puntos fueron incluidos en el diseño del juego, y los resultados fueron muy evidentes tanto en la motivación del alumno como en la evaluación autónoma y en la evaluación heterónoma, en las que pude ver con tranquilidad a cada uno de los alumnos y dar seguimiento a sus avances, tomando en cuenta una evaluación criterial más específica.

Al terminar la interacción, realizada durante una sesión de clases, se obtuvieron los resultados que se muestran en la figura 2 en cuanto a la resolución de problemas matemáticos mediando el aprendizaje la herramienta de Naltepeu.

Figura 2. Niveles alcanzados usando el software de Naltepeu

Niveles alcanzados usando el software de Naltepeu



Como la figura 2 lo deja ver, 85 por ciento de los alumnos que interactuaron con el *software* logró avanzar al nivel dos del juego. Desde la estructura de logros y progresión del juego, para avanzar a dicho nivel era necesario que el alumno hubiera contestado de forma correcta como mínimo seis problemas. Otro dato importante es que no todos los alumnos solo llegaron al nivel dos, sino que estaban a punto de pasar al nivel tres, lo que supone que los alumnos ya habían contestado correctamente de 12 a 14 problemas. Una proporción menos significativa, 11 por ciento, superó el nivel tres del juego, para lo cual era necesario haber respondido de 12 a 14 problemas como mínimo, lo cual deja ver que estos alumnos habían progresado de forma sustantiva en el nivel de resolución de problemas matemáticos. Solo cuatro por ciento no superó el nivel uno, lo que indica que esta minoría del grupo no resolvió de forma correcta como mínimo seis o siete problemas.

Considerando los resultados obtenidos, pero ahora en cuanto a la cantidad de problemas enfrentados con respecto de los problemas resueltos correctamente y los errados, 70 por ciento de los alumnos resolvió 80 por ciento de los problemas; esto quiere decir que, dentro de este porcentaje de alumnos, de un promedio de 11, nueve fueron resueltos correctamente. Del total de alumnos, 12 por ciento contestó de forma correcta entre 50 y 60 por ciento de los problemas y 18 por ciento solo logró resolver menos de 50 por ciento.

Esta información me permite afirmar que si al alumno se le da libertad para sentirse cómodo dentro de su nivel cognitivo puede ser beneficiado notablemente, pues se favorece el razonamiento matemático acorde con su nivel, y no con el nivel esperado en función de un estándar grupal. Ello se logró gracias a un *software*, con la metodología de tecnología de aprendizaje adaptativo.

Otro hallazgo importante es que, si la tecnología se adapta al contexto directo y a los intereses de los alumnos, y si se aprovecha la funcionalidad de esta en el manejo y registro de grandes cantidades de información, se beneficia tanto al alumno, en cuanto a la motivación, como al docente, en el registro individual de los resultados de cada estudiante.

Con fundamento en lo expuesto hasta aquí, es posible validar el supuesto inicial acerca del impacto de la implementación de tecnologías de aprendizaje adaptativo en un grupo de sexto grado de educación primaria, tanto en la dimensión personal, mediante la motivación, como en el autoconcepto positivo de cada alumno. Todo esto gracias al diseño del *software* que buscó la adaptación, pensando siempre en el estudiante, al brindarle una sensación de comodidad dentro de su nivel de exigencia cognitiva, para evitar así su desmotivación o estancamiento.

El uso de una herramienta tecnológica diseñada específicamente para abordar una problemática real detectada en el grupo investigado, la cual se establecía en la necesidad de adaptar el nivel de complejidad de acuerdo con las necesidades y capacidades de cada alumno, sin llegar a la segregación, permitió subsanar dicha problemática, gracias a las capacidades propias de las tecnologías de la información y la comunicación. La posibilidad de adaptación individual es una de las virtudes que de otra forma no digital sería complicado abordar, como lo menciona Gros (2000): "para aquellos que están preocupados sobre todo por la adquisición de los contenidos curriculares, el ordenador puede facilitar el aprendizaje de la mayor parte de los contenidos proporcionando la ventaja de la individualización y la adaptación de la enseñanza al ritmo propio de cada alumno" (p. 97), objetivo principal de la investigación, después de haber detectado las causas de los bajos resultados en matemáticas en el grupo.

CONCLUSIONES

El diseño metodológico del juego Naltepeu, desde la teoría vigotskiana, hizo posible una forma diferente de mediar el aprendizaje. Los alumnos lograron transformar su conocimiento matemático mediante la interacción con una herramienta tecnológica, puesto que el uso de la computadora como instrumento pedagógico “introduce una forma de interacción con las informaciones, el conocimiento y con otras personas totalmente nueva, diferente de otros medios utilizados hasta el momento” (Gros, 2000, p. 34), lo cual posibilita una mejor adaptación al contenido y, sobre todo, un aprendizaje mucho más significativo y motivante para los alumnos.

La capacidad de adaptación e individualización ofrecida por el diseño del juego Naltepeu, tomando como base las características de una tecnología de aprendizaje adaptativo, benefició en los alumnos la capacidad para resolver problemas, gracias a que cada uno se ubicó en el nivel de dificultad que le era más beneficioso. Sobre todo, permitió el avance de cada alumno de acuerdo con su propio ritmo, comparando su avance conforme a su propio diagnóstico, al contrario de la manera en que comúnmente se realiza en función de un estándar grupal, con lo cual se corre el riesgo de que difiera mucho del nivel de desarrollo potencial del alumno, lo que genera frustración y desmotivación por la asignatura.

La capacidad de realizar una evaluación inmediata en el *software* permitió que los alumnos mantuvieran la motivación para intentar resolver los problemas. Por medio de las retroalimentaciones que el juego presenta, cada alumno encontró por sí mismo sus errores y comprobó sus correcciones las veces que fueron necesarias. Esta cualidad de la herramienta digital subsanó un problema propio de la evaluación en las prácticas tradicionales, en la que el profesor es quien hace y emite la valoración, pero el tiempo empleado en ello se manifiesta en el tedio del alumno, pues este tiene que esperar un tiempo considerable para comprobar sus resultados.

La contextualización abordada, como parte de una necesidad planteada desde el enfoque de la disciplina didáctica compaginada con las posibilidades de la multimodalidad de las herramientas digitales, abonó a que los alumnos se sintieran motivados y familiarizados con los problemas matemáticos, lo que facilitó la resolución de estos. Gracias a la simulación digital del entorno del alumno y el diseño del juego, tomando en cuenta las diferentes estaciones que coincidían con los sitios de mayor concordancia en la comunidad, la contextualización pasó de ser una necesidad a ser una herramienta motivacional que abonó a la significación del aprendizaje de los alumnos.

El diseño y la incorporación de tecnologías de aprendizaje adaptativo en el ámbito educativo tienen la capacidad de innovar las condiciones tradicionales de los procesos de enseñanza lineal y apoyar en gran medida el logro de los propósitos educativos planteados, pues atacan de forma directa una situación inamovible dentro de las condiciones heterogéneas propias de cada grupo de estudiantes, que presentan capacidades, gustos y niveles cognitivos muy diferentes entre ellos, y que son violentados al afrontar procesos de enseñanza lineales forzándolos a adaptarse al diseño didáctico, en lugar de que el diseño didáctico se adapte a ellos.

Diversas investigaciones realizadas en Estados Unidos han abordado la incorporación de las TIC en las décadas de los 80 y 90, cuando se produjo la “fase ingenua” de esta, pues había una “expectativa general sobre estos dispositivos bajo el supuesto de que su sola presencia en las instituciones educativas bastaba para mejorar la enseñanza y el aprendizaje y dar un salto cualitativo sin precedentes en la historia reciente de la educación” (Salas, 2005, p. 55). Dicho supuesto contrasta con los resultados de esta investigación, debido a que son necesarios una planificación y un diseño previos por parte del docente para que la incorporación de las TIC al proceso de enseñanza y aprendizaje produzca un avance significativo; la simple introducción de la tecnología no alcanza para generar un cambio sustantivo en el ámbito educativo.

Tomando en cuenta lo anterior, la limitación más grande de esta incorporación tecnológica en el ámbito educativo, sin lugar a dudas, es la escasa preparación que los docentes en el manejo de las tecnologías desde un enfoque didáctico en la formación inicial, al igual que la visión de una incorporación obligada de las TIC a la educación, marcada en los currículos como un requerimiento de una práctica innovadora y una exigencia que responde a las supuestas necesidades de una sociedad dependiente de la tecnología.

Es necesario transitar hacia un cambio de paradigma educativo y comenzar a comprender los beneficios de estas herramientas como potenciadoras del proceso de enseñanza y aprendizaje, alejándonos de la idea de su uso por mera obligación curricular, para usarlas como implementos didácticos con el fin de mejorar la educación de los alumnos que se encuentran insertos en una sociedad tecnológica. Cuando se logre cambiar estas dos condiciones avanzaremos a una nueva transformación de la educación, más apegada a las necesidades de una sociedad en constante cambio e inmersa en un mundo digital.

BIBLIOGRAFÍA

- Brousseau, G. (1986). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 7(2): 33-115.
- Brusilovsky, P. (2001). Adaptive hipermedia. *User Modeling and User Adapted Interaction*, 11(1/2): 87-110, 2001.
- Brusilovsky, P., y Peylo, C. (2003). Adaptive and Intelligent Web-based Educational Systems. *International Journal of Artificial Intelligence in Education* (13): 159-172. Recuperado de <https://www.pitt.edu/~peterb/papers/AIWBES.pdf>
- Calvo, M. (2008). Enseñanza eficaz de la resolución de problemas en matemáticas. *Revista Educación*, 32(1): 123-138. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44032109>
- Cattaneo, L.; Lagreca, N.; González, M., y Buschiazio, N. (2010). *Didáctica de las matemáticas. Enseñar matemática*. Rosario, Argentina: Homo Sapiens Ediciones.
- Chamorro, M. (2005). *Didáctica de las matemáticas*. Madrid, España: Pearson.
- Chavarría, J. (2006). Teoría de las situaciones didácticas. Fundamentos y métodos de la didáctica. Conferencia pronunciada en el Seminario Teórico, Escuela de Matemática de la Universidad Nacional. Costa Rica, 25 de marzo de 2006.
- E-Learning Masters (2017). Uso de la tecnología del aprendizaje adaptativo. Recuperado de <http://elearningmasters.galileo.edu/2017/03/14/tecnologia-en-el-aprendizaje-adaptativo/>
- Fontalvo, H.; Iriarte, F.; Domínguez, E.; Ricardo, C.; Ballesteros, B.; Muñoz, V., y Campo, J. (2007). Diseño de ambientes virtuales de enseñanza aprendizaje y sistemas hipermedia adaptativos basados en modelos de estilos de aprendizaje. *Zona Próxima* (8): 42-61. Recuperado de <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/zona/article/viewArticle/1665/4631>
- García, M. (1997). Educación adaptativa. *Revista de Investigación Educativa*, 15(2): 247-271. Recuperado de <https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/44889/1/Educacion%20adaptativa.pdf>
- Gros, B. (2000). *El ordenador invisible. Hacia la apropiación del ordenador en la enseñanza*. Barcelona, España: Gedisa.
- INEE (Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación) (2016). *México en PISA 2015*. Primera edición. Ciudad de México, México: Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. Recuperado de <https://publicaciones.inee.edu.mx/buscadorPub/P1/D/316/P1D316.pdf>
- Lizarazo, D., y Paniagua, Y. (2013). *La ansiedad cibernética: docentes y TIC en la escuela secundaria*. Distrito Federal, México: Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco.
- Monereo, C. (coord.) (2005). *Internet y competencias básicas. Aprender a colaborar, a comunicarse, a participar, a aprender*. Barcelona, España: Editorial Graó.
- Montero, E. (2015). *Aprendiendo con videojuegos. Jugar es pensar dos veces*. Madrid, España: Alfaomega, Narcea.
- Polya, G. (2015). *Cómo plantear y resolver problemas*. Distrito Federal, México: Editorial Trillas.
- Resnick, L., y Ford, W. (2007). *La enseñanza de las matemáticas y sus fundamentos psicológicos*. Madrid, España: Paidós Ibérica.
- Schunk, D. (2012). *Teorías del aprendizaje. Una perspectiva educativa*. Distrito Federal, México: Pearson Educación.
- Snow, R.; Federico, P. A., y Montague, W. (eds.) (1981). *Conference proceedings: aptitude, learning, and instruction. Volume 2: Cognitive process analyses of learning and problem solving*. San Diego, California, Estados Unidos: Navy Personnel Research and Development Center. Recuperado de <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a099209.pdf>