



Luis Bayardo Sanabria Rodríguez
Profesor Titular
Universidad Pedagógica Nacional
(Bogotá-Colombia)
Doctor en Educación
lubsan@pedagogica.edu.co

Nilson Genaro Valencia Vallejo
Profesor Asociado
Universidad Pedagógica Nacional
(Bogotá-Colombia)
Magister en Tecnologías de la
Información aplicadas a la Educación
nvalencia@pedagogica.edu.co,

Jaime Ibáñez Ibáñez
Profesor Asociado
Universidad Pedagógica Nacional,
(Bogotá-Colombia)
Magister en Tecnologías de la
Información aplicadas a la Educación
jibanez@pedagogica.edu.co

Artículo de Investigación

Recepción: 3 de marzo 2016
Aprobación: 26 de septiembre de 2016
DOI:
<http://dx.doi.org/10.19053/22160159.v7.n15.2016.5722>

Praxis
&
Saber

Revista de Investigación y Pedagogía
Maestría en Educación. Uptc

EFECTO DEL ENTRENAMIENTO EN AUTORREGULACIÓN PARA EL APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA¹

Resumen

Este documento evidencia la necesidad de incorporar una estrategia pedagógica en un ambiente *B-learning* que sirve como un tipo de andamiaje para el desarrollo de la capacidad autorreguladora, en función de mejorar el rendimiento académico de las matemáticas. El interés de abordar esta problemática estuvo dirigido a observar el efecto de entrenar a los estudiantes con el sistema de autorregulación, incorporado en un ambiente *B-learning*, sobre el rendimiento académico. Para ello, se exploró la interacción entre el ambiente pedagógico (variable independiente), el rendimiento académico y la capacidad autorreguladora. Participaron 56 estudiantes, hombres y mujeres de primer semestre que cursaban un taller de mejoramiento de matemática básica. El tratamiento de los datos se realizó a partir de un análisis ANCOVA. Los resultados mostraron de manera consistente que el entrenamiento en autorregulación afecta positivamente el aprendizaje de los estudiantes y como consecuencia, el mejoramiento del rendimiento académico.

Palabras clave: aprendizaje, rendimiento académico, autonomía educativa, apoyo pedagógico, tecnologías de la información.

¹ Esta investigación fue financiada por el Centro de Investigaciones de la Universidad Pedagógica Nacional (CIUP).

EFFECT OF TRAINING IN SELF-REGULATION FOR LEARNING MATHEMATICS

Abstract

This document evidences the need of incorporating a pedagogical strategy in a B-learning environment which works as a framework for the development of the self-regulation capacity in accordance with the academic performance of mathematics.

The interest of creating approach to this problem is to observe the effect of training students with the self-regulation system which is incorporated in a B-learning environment.

To achieve this, the interaction among pedagogical environment (independent variable), academic performance, and self-regulation were explored. 56 students participated, men and women of the first semester who were attending a basic mathematics improvement workshop. The data were developed based on an ANCOVA analysis. The results showed consistently that self-regulation training benefits students' learning, and as a consequence academic performance improves.

Keywords: learning, academic performance, educational autonomy, pedagogical support, information technologies.

EFFET DE LA FORMATION D'AUTORÉGULATION POUR L'APPRENTISSAGE DES MATHÉMATIQUES

Résumé

Ce document met en évidence la nécessité d'intégrer une stratégie pédagogique dans un environnement B-learning qui sert comme une sorte de plateforme pour le développement de la capacité d'autorégulation, en fonction de l'amélioration du rendement des élèves en mathématiques. L'intérêt d'aborder cette question conduit à observer l'effet des étudiants en formation

avec le système d'autorégulation intégré dans un environnement B-learning sur le rendement des élèves. A cet effet, a été observé l'interaction entre l'environnement d'apprentissage (variable indépendante), la réussite scolaire et de la capacité d'auto-régulation. 56 élèves ont participé, hommes et femmes du premier semestre qui coursé un atelier pour améliorer les mathématiques basiques. Le traitement des données a été réalisée à partir d'une analyse de covariance. Les résultats ont montré de façon constante que la formation en autorégulation a une incidence positive sur l'apprentissage des élèves et par conséquence une amélioration du rendement scolaire.

Mots-clés: apprentissage, réussite scolaire, l'autonomie pédagogique, soutien à l'éducation, la technologie de l'information.

EFEITO DO TREINAMENTO DE AUTORREGULAÇÃO PARA A APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA

Resumo

Este documento destaca a necessidade de incorporar uma estratégia pedagógica em um ambiente B-learning que serve como uma espécie de andaime para o desenvolvimento da capacidade de autorregulação, em função de melhorar o desempenho escolar em Matemática. Interesse para abordar esta questão foi destinado a observar o efeito da formação de estudantes com sistema de autorregulação incorporado em um ambiente B-learning no desempenho do aluno. Para este fim, foi explorada a interação entre o ambiente de aprendizagem (variável independente), desempenho escolar e capacidade de autorregulação. 56 alunos participaram, homens e mulheres de primeiro semestre cursando um workshop para melhorar a matemática básica. O processamento de dados foi realizado a partir de uma análise ANCOVA. Os resultados mostraram de forma consistente que o treinamento em autorregulação impacta positivamente a aprendizagem dos alunos e melhora consequentemente o desempenho acadêmico.

Palavras-chave: aprendizagem, desempenho escolar, autonomia educacional, apoio educacional, tecnologias da informação.

El estudio de la autorregulación en el aprendizaje es un tema que debe abordarse en la educación. Precisamente los planteamientos teóricos sobre autorregulación de Bandura (1986) desde la perspectiva social cognitiva, y el modelo de reciprocidad triádica entre la persona, el comportamiento y el ambiente de Zimmerman (2000) sirven como marco de referencia para postular la concepción sobre aprendizaje autorregulado. Esta relación interpretada por Pintrich (2000) como un proceso constructivo de interacción del aprendiz a partir de la fijación de metas y la utilización de estrategias metacognitivas, apoyadas en la motivación y reveladas en el comportamiento busca determinar los elementos de la autorregulación que se evidencian en los escenarios orientados al desarrollo de la capacidad autorreguladora en el estudiante (Zimmerman & Tsikalas, 2005).

Zimmerman (2000) define el aprendizaje autorregulado a partir de la interacción triádica entre las variables de la persona, el comportamiento y el ambiente; este concepto incluye la regulación de los procesos internos de la persona relacionados con sus estados afectivos y cognitivos, la regulación del comportamiento consistente en los procesos de monitoreo y el uso de estrategias para actuar y la regulación del ambiente, relacionada con la observación y la acomodación del individuo. Pintrich (2000) considera el aprendizaje autorregulado como un proceso de construcción activo mediante el cual los aprendices fijan sus metas y se esfuerzan por monitorear, regular y controlar su cognición, motivación y comportamiento, guiados y delimitados por sus propias metas y las características del contexto donde interactúan. De acuerdo con Zimmerman y Tsikalas (2005), la autorregulación que surge en un contexto de aprendizaje se manifiesta de manera cíclica en tres fases: preparación, desempeño y autorreflexión. En la fase de *preparación*, el estudiante está inmerso en procesos metacognitivos como el análisis de la tarea, la fijación de metas y la planeación de estrategias y procesos motivacionales como el interés por la tarea, su motivación intrínseca y la autoeficacia. La fase de *desempeño* se caracteriza por el uso de estrategias metacognitivas, estrategias comportamentales, monitoreo y control del comportamiento. En la tercera fase de *autorreflexión*, el estudiante reflexiona y reacciona de acuerdo a su desempeño. Su comportamiento se manifiesta en atribuciones causales y sentimientos de satisfacción. Al realizar una mirada a estas tres fases se pensaría que un escenario para entrenar al estudiante en un proceso de autorregulación debe incluir estrategias que permitan desarrollar los componentes de cada fase.

Las anteriores aproximaciones plantean al diseño de escenarios de aprendizaje que incorporen modelos de entrenamiento en autorregulación. Precisamente

la investigación que se presenta concibe una perspectiva de desarrollo de estos ambientes, buscando integrar al estudiante en procesos de reflexión, planeación, monitoreo y control de su aprendizaje. Con el avance de estos procesos se pretende reflejar diferentes acciones del individuo, originadas en la forma de planear sus metas y estrategias y la forma de autoevaluarse para regular su aprendizaje y mejorar su logro académico. El principal objetivo de este estudio es evaluar el efecto de un sistema de autorregulación en el aprendizaje de las matemáticas de los estudiantes que ingresan a la universidad. Con esto se pretende probar la siguiente hipótesis: *el entrenamiento en un sistema de autorregulación computacional mejora el rendimiento académico y las capacidades de autorregulación de los estudiantes en matemáticas*. A partir de este planteamiento se revisan algunos estudios sobre la autorregulación (Zimmerman, 1998; 2000; Shunk & Zimmerman, 1998; Pintrich, 2000), que sirven como elemento de discusión en los planteamientos teóricos del aprendizaje en contextos computacionales para desarrollar el estudio con el andamiaje autorregulador (Winne & Hadwin, 1997; Azevedo, 2005; 2008).

Autorregulación y el aprendizaje autorregulado en contextos computacionales

El interés de investigar el efecto de un sistema de autorregulación para mejorar el logro académico se fundamenta en los planteamientos teóricos sobre autorregulación de Bandura (1986; 1991) desde la perspectiva social cognitiva basada en la interacción de la persona, el comportamiento y el ambiente (Zimmerman, 1998; 2000). Esta relación es interpretada por Pintrich (2000) como un proceso constructivo de interacción del aprendiz, a partir de la fijación de metas y la utilización de estrategias metacognitivas, apoyadas en la motivación y reveladas en el comportamiento. A partir de estos conceptos se busca determinar los elementos de la autorregulación que se evidencian en los escenarios orientados al desarrollo de la capacidad autorreguladora en el estudiante (Zimmerman & Tsikalas, 2005).

Precisamente los estudios recientes sobre las posibilidades que ofrecen los ambientes de aprendizaje apoyados en tecnologías de la información para desarrollar la capacidad autorreguladora (Azevedo, 2005; 2008; Bjork, Dunlosky, & Kornell, 2013; Hu & Driscoll, 2013; López, Hederich, & Camargo, 2012; Maldonado Fonseca, O., Ibáñez, J., Macías, D. et al., 1999), plantean nuevos contextos que combinan diferentes estrategias pedagógicas para que los estudiantes tengan la oportunidad de adquirir habilidades para autorregularse, potenciando estas habilidades en la adquisición de

conocimiento. Estas metas han logrado alcances significativos con el uso de ambientes de aprendizaje que comprometen el uso de tecnologías de la información (Bernacki, Aguilar & Byrnes, 2010; Bjork, Dunlosky, & Kornell, 2013; Hu & Driscoll, 2013; López, Hederich, & Camargo, 2012).

En lo que respecta al desarrollo de la capacidad autorreguladora, los estudios evidencian un mayor desarrollo en los procesos claves de la autorregulación, tales como planeación, monitoreo y uso efectivo de estrategias de aprendizaje (Winne, 1996). Los resultados de otros estudios se refieren a la fortaleza del entrenamiento en autorregulación para alcanzar metas inmediatas y mejorar la capacidad autorreflexiva del estudiante (Stoeger & Ziegler, 2008). En este sentido, la investigación de Stoeger & Ziegler (2008) reporta el efecto del entrenamiento en autorregulación que dio como resultado una mayor disposición al esfuerzo y orientación a metas de aprendizaje en el estudiante, lo mismo que un mayor control en el manejo del tiempo y un incremento en su nivel de motivación y desempeño.

Ambiente de aprendizaje con incorporación de un andamiaje de autorregulación

Los hallazgos de estudios realizados con ambientes de aprendizaje, que incluyen andamiajes para desarrollar la autorregulación, muestran los avances de los estudiantes, tanto el desarrollo de su capacidad autorreguladora como en el desempeño en su aprendizaje, motivados por el entrenamiento en autorregulación. Wood, Brunner y Ross (1976) definen el andamiaje como: “una forma de asistencia que habilita a los aprendices a solucionar un problema, resolver una tarea o lograr una meta que podría ir más allá de sus propios esfuerzos sin requerir ayuda” (p. 90). Un andamiaje de un modelo social cognitivo desarrollado en un ambiente de aprendizaje basado en la *Web* es un marco útil en el desarrollo del aprendizaje autorregulado porque direcciona creencias motivacionales tales como la autoeficacia y la orientación a metas y reconoce la importancia del profesor y del par en el ambiente de aprendizaje (Whipp & Chiarelli, 2004).

Investigaciones como la de Azevedo, Cromley, Winters, Moos y Greene (2005) confirman el potencial de los andamiajes en la elaboración de modelos mentales más sofisticados y mayor nivel de comprensión en los estudiantes. Mevarech y Kramarski (1997) presentan un ambiente de aprendizaje en matemáticas (IMPROVE), que soporta el aprendizaje autorregulado de los estudiantes, usando cuatro categorías metacognitivas: comprensión del

problema, construcción de conexiones entre los conocimientos previos y los nuevos conocimientos, uso apropiado de estrategias para resolver el problema y reflexión sobre los procesos y la solución del problema. IMPROVE es un andamiaje de autorregulación caracterizado por un formato de preguntas que orienta el proceso de solución de problemas de los estudiantes y ayuda al profesor a proveer retroalimentación.

En la lógica de los ambientes de aprendizaje que utilizan andamiajes para el desarrollo de la autorregulación, Scholl Bastian F., Benz, B., Bohnstedt, D., et al., (2009) evalúan el efecto de un sistema de fijación de metas para dirigir el progreso del monitoreo. La investigación demostró que un sistema de fijación de metas induce a la planeación y el monitoreo del aprendizaje, formulando de manera más eficiente las metas de aprendizaje. En este mismo sentido, Kramarski (2011) encuentra que los andamiajes sociales son más efectivos para desarrollar la capacidad autorreguladora en la medida en que se consideran espacios libres para poder fomentar las discusiones motivacionales y sociales. Azevedo (2005) documenta que una forma específica de andamiaje que incluya regulación inteligente y dinámica afecta positivamente el logro del aprendizaje. Dabbagh y Kitsantas (2005) observaron que los aprendices reportan características diferenciadas en sus ambientes de aprendizaje en razón al uso de herramientas pedagógicas de la *Web* con intenciones específicas; este estudio concluye el potencial de las herramientas de la *Web* para soportar estrategias de aprendizaje autorregulado en ambientes distribuidos (*blended learning*) y la efectividad de estos ambientes como andamiajes para el desarrollo del aprendizaje. Los estudios de Choi, Land y Turgeon (2005) y Hadwin, Wozney y Pontin (2005) argumentan que la simple colaboración de agentes externos, no es suficiente para desarrollar el aprendizaje autorregulado; para ello se requiere el uso de diferentes clases de andamiajes.

Las investigaciones anteriores apoyan el objeto de este estudio, en la medida en que se plantea el diseño de un ambiente de aprendizaje que utiliza un sistema de autorregulación para apoyar el proceso de aprendizaje; este andamiaje funciona a partir de las características del aprendizaje autorregulado (Shunk & Zimmerman, 1998; Zimmerman, 2000; Pintrich, 2000; Winne & Hadwin, 1997). Un ambiente de aprendizaje basado en computador que integre al estudiante en un proceso de reflexión, donde existan formas de autoevaluarse, planear y controlar su proceso de aprendizaje de manera autónoma sería aquel que provea múltiples formas de representación de conocimiento (Azevedo, 2005; Bjork, Dunlosky, & Kornell, 2013; Chen, 1995; Hu & Driscoll, 2013;

Lajoie & Azevedo, 2006; López, Hederich, & Camargo, 2012). Cuando se integran el profesor y el par, como un apoyo social en el ambiente, se estaría hablando de un sistema mixto que combina tanto el ambiente virtual como el ambiente natural; este tipo de ambientes serían escenarios flexibles para apoyar el proceso de aprendizaje.

A partir de la concepción de los ambientes de aprendizaje y tomando como base el modelo teórico de Winne (1996) —que describe el sistema cognitivo de un estudiante a partir de su propio conocimiento y sus propias creencias para abordar metas de aprendizaje, apoyado en estrategias cognitivas y metacognitivas, con la participación de agentes externos tales como el ambiente de aprendizaje, el profesor y el par académico que buscan mejorar su desempeño—, se planea el diseño de un escenario que modela estos principios a través de la configuración de un andamiaje como un sistema de autorregulación. Este mecanismo busca simular el sistema cognitivo del estudiante a partir de plantillas que le permiten diagnosticar su conocimiento, formular metas de aprendizaje, planear su proceso, seguir estrategias, monitorear su rendimiento y autoevaluarse cada vez que lo crea necesario. De la misma forma, se conciben las acciones de los agentes externos como la tarea de aprendizaje y la interacción con el profesor que sirve de apoyo, y el compañero de clase como su par colaborativo.

Método

El estudio plantea una investigación de tipo cuasiexperimental con la participación de dos grupos de estudiantes de primer semestre de una institución superior previamente conformados; esta población es intervenida en un curso de mejoramiento programado por la institución. Un diseño cuasiexperimental es similar a un diseño experimental, pero no se escoge una muestra de manera aleatoria, restándole control total a los estímulos experimentales (Campbell & Stanley, 1995). Con la muestra se implementa un ambiente computacional que incorpora un sistema de autorregulación para consolidar la fase experimental, en función de responder a los objetivos propuestos, derivados del problema de investigación. El diseño del ambiente derivó dos formas de intervención correspondiente con los dos grupos: el ambiente “con” sistema de autorregulación y el mismo ambiente “sin” sistema de autorregulación que corresponden a la variable independiente. El diseño cuasiexperimental de la propuesta metodológica incluye la comparación de los dos ambientes de aprendizaje para ver el efecto en el rendimiento académico.

Este estudio considera como variable dependiente el rendimiento académico confrontado con las dos formas de entrenamiento “con” y “sin” sistema de autorregulación. Para ello se diseña una prueba de conocimiento que se realiza antes y después del proceso de entrenamiento en el ambiente de aprendizaje. El desarrollo de la experiencia incluye un análisis de covarianza ANCOVA para ver diferencias en la prueba de conocimiento, donde se considera como covariable los resultados del pretest. Con el fin de encontrar diferencias en la prueba de autorregulación se comparan los resultados de pretest y postest aplicando el cuestionario de auto-reporte. De la misma forma que la prueba de conocimiento se realiza un análisis de diferencia de medias con prueba *t-student* para variables independientes.

Participantes

La muestra se constituye por 40 hombres y 16 mujeres para un total de 56 estudiantes universitarios de Primer Semestre de Ingeniería, quienes dieron su consentimiento para participar en esta experiencia. Para el análisis se dividió la muestra en dos grupos: experimental y control. El grupo experimental fue intervenido con el ambiente de aprendizaje que incorporaba el andamiaje de autorregulación, mientras que el grupo control estaba intervenido en el ambiente de aprendizaje sin el andamiaje. Operativamente se considera “grupo con andamiaje autorregulado” y “grupo sin andamiaje autorregulado”. El grupo con andamiaje autorregulado, estuvo constituido por 29 estudiantes (24 hombres y 5 mujeres); mientras el grupo sin andamiaje autorregulado, lo conformaron 16 hombres y 11 mujeres. Todos los participantes presentan el pretest. La prueba postest incluyó una muestra de 41 estudiantes, entre hombres y mujeres, 25 estudiantes en la condición con andamiaje autorregulado y 16 estudiantes en la condición sin andamiaje autorregulado.

Instrumentos

El instrumento utilizado en la medición del rendimiento se basó en una prueba de conocimientos sobre matemáticas básicas que cada uno de los estudiantes presentó antes de comenzar la interacción con el ambiente, y después de haber sido entrenado con el mismo. La prueba consistió en la solución de cinco ejercicios sobre cada uno de los siguientes temas: números enteros, números racionales, potenciación y radicación, productos notables, factorización y ecuaciones de primer y segundo grado.

La prueba de autorreporte MSLQ (Motivated Strategies for Learning Questionnaire) de Pintrich, Smith, Garcia y McKeachie (1991) sirvió como instrumento para evaluar la percepción de los estudiantes en cuanto a su capacidad autorreguladora. El instrumento está conformado por 81 preguntas que se responden a partir de una escala Likert que va de 1 a 7, donde 1 es “completamente en desacuerdo” y 7 “absolutamente de acuerdo”. Las preguntas fueron adaptadas al contexto de los estudiantes participantes y se validó mediante la prueba de fiabilidad dando como resultado un Alfa de Cronbach de 0,956. Esta prueba se aplicó en dos momentos, al inicio y al final de la experiencia, para medir las diferencias en autorregulación del aprendizaje.

Ambiente de aprendizaje y tratamiento

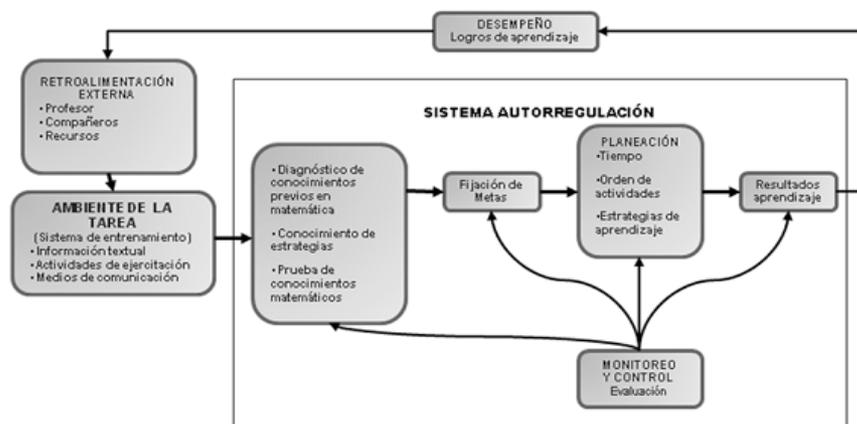
El ambiente de aprendizaje utilizado en este estudio es un entorno multimedial basado en la estrategia *B-learning*. El ambiente de aprendizaje está incorporado en la plataforma Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment). El escenario se fundamenta en el modelo teórico de Winne y Hadwin (1997) definido en dos sistemas: un sistema externo que corresponde con el ambiente de aprendizaje y un sistema interno que corresponde al procesamiento cognitivo del individuo. El modelo de Winne y Hadwin funciona de manera cíclica, de tal forma que el estudiante percibe la tarea —de acuerdo a sus conocimientos previos—, comprende e infiere el conocimiento de la tarea, manifiesta su interés y valora su eficacia para resolverla y revisa en su memoria estrategias para aplicarlas en la solución.

A partir de esta representación mental del aprendiz, éste plantea metas que puede lograr y decide qué estrategias utilizar para aproximarse al logro de la meta. Estos procesos combinan la actividad metacognitiva a partir del monitoreo y el control. El proceso de monitoreo evalúa la comprensión y el nivel de aprendizaje alcanzado. El ajuste del proceso de aprendizaje implica ejercer un control metacognitivo que conduzca al aprendiz a replantear la solución a través de cambiar estrategias, reutilizar información, valorar su rendimiento, etc. Este control está relacionado con el desempeño en el aprendizaje.

El modelo del ambiente de aprendizaje computacional que incorpora el sistema de autorregulación (Figura 1), consiste en un andamiaje de autorregulación conectado al ambiente de la tarea que incluye un entorno de entrenamiento y está apoyado por un sistema de retroalimentación. El ambiente es un sistema de aprendizaje basado en *B-learning*. La estrategia *B-learning* combina dos formas de interacción: el ambiente computacional

y el agente natural —el profesor—, que cumple la función de orientador y gestor del proceso de aprendizaje.

Figura 1. Modelo computacional de aprendizaje autorregulado



Fuente: Studying as self-regulated learning. (Winne & Hadwin, 1997).
Modificado por los autores.

La forma de interacción del estudiante, incluye componentes soportados en los planteamientos teóricos de los procesos de autorregulación (Dabbagh & Kitsantas, 2005; Flavell, 1976; Hacker, 1998; Hofer, Yu & Pintrich, 1998; Locke & Lathman, 1985; Nelson & Narens, 1990; Pintrich, 2000; Shunk, 1996; Winne & Hadwin, 1997; Zimmerman, 2000) (Figura 2).

Figura 2. Sistema de autorregulación



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se describe cada uno de los módulos que conforman la estrategia de autorregulación y que hacen parte del ambiente de aprendizaje computacional.

Diagnóstico. Comprende un modelo de valoración del conocimiento acerca de los temas o habilidades en Matemáticas Básicas. Este proceso metacognitivo implica la autovaloración de los conocimientos previos que tiene el aprendiz antes de iniciar su proceso de aprendizaje.

Comprobación de conocimientos. Consiste en un proceso de autoevaluación que le permite al individuo comparar sus conocimientos previos con los resultados de una prueba acerca de cada una de las temáticas a tratar y que lo lleven a ajustar su autoeficacia.

Fijación o formulación de metas. Se refiere a la fijación de objetivos de aprendizaje basada en los resultados de la autoevaluación y el diagnóstico (Locke & Latham, 1985; Shunk, 1996; Zimmerman, 2000) (Figura 3). El objetivo de aprendizaje se sustenta en la cantidad de problemas que es capaz de resolver el individuo y la seguridad de alcanzar la meta.

Figura 3. Planeación de metas y estrategias.



Fuente: Elaboración propia.

Planeación. Incluye la selección de estrategias cognitivas, metacognitivas y de recursos que el estudiante podría utilizar en su proceso de aprendizaje, lo mismo que el orden en que podría estudiar las temáticas en la fase de entrenamiento (Dabbagh & Kitsantas, 2005; Hofer, Yu & Pintrich, 1998). En la Figura 3 se muestra el formato sobre el cual el aprendiz planea su aprendizaje, que consiste

en establecer un orden a las habilidades que va a desarrollar, incluyendo los tiempos de estudio. De la misma forma, determinar qué estrategia tanto cognitiva como metacognitiva y de recursos va a seleccionar para ser utilizada en el desarrollo de cada habilidad, enmarcada en un tema de estudio.

Entrenamiento en el dominio. Corresponde a la interacción con las unidades temáticas que integran el curso de nivelación (Winne & Hadwin, 1997). Una vez que el aprendiz ha realizado la planeación de su aprendizaje, procede a interactuar en el ambiente de aprendizaje; en este momento tiene acceso a todos los recursos y medios que le permitirán avanzar en el estudio de las diferentes temáticas que le ofrece el sistema computacional.

Monitoreo y control. Incorpora el sistema de autoevaluación y reformulación de estrategias y metas de aprendizaje. Se apoya en los resultados de aprendizaje que están dados en la medida en que el estudiante se autoevalúa (Hacker, 1998; Nelson & Narens, 1990; Zimmerman, 2000; Zimmerman & Schunk, 1989, 2001). El estudiante, cuando ejerce monitoreo y control, inicia por autoevaluarse; para ello utiliza el mismo modelo de evaluación que le permitió realizar su diagnóstico. Con los resultados obtenidos tiene la posibilidad de cambiar sus estrategias, sus metas o seguir avanzando en su aprendizaje. Este proceso se da manera continua y durante todo el proceso de aprendizaje.

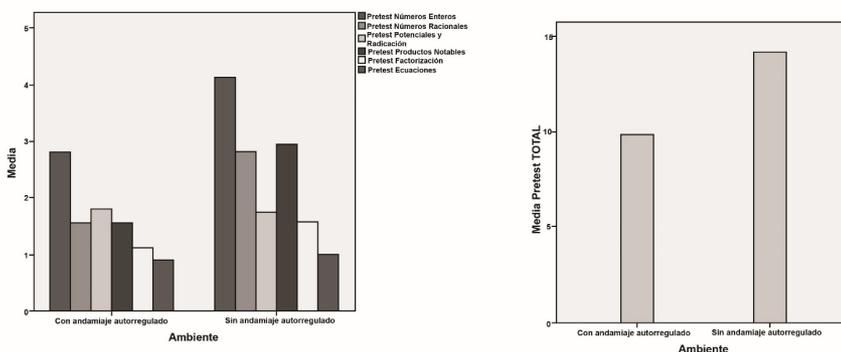
La responsabilidad del aprendizaje está en manos del estudiante; el estudiante regula su propio proceso de aprender a través de la formulación de metas, la planeación, la autoevaluación, el monitoreo y el control; el estudiante es quien mejor conoce el estado de su propio conocimiento; la evaluación final para acreditar el proceso es función del maestro; la combinación de lo virtual y lo presencial favorece el aprendizaje de los estudiantes. El rol del estudiante se caracteriza porque valora sus conocimientos previos, formula sus propias metas, organiza actividades y recursos, monitorea su propio proceso, consulta dudas con profesor y compañeros, solicita asesoría en todo el proceso y se autoevalúa permanentemente.

La evaluación en este sistema se concibe como el seguimiento permanente de los procesos de aprendizaje, el logro de las metas, la efectividad de las estrategias utilizadas por parte del estudiante con el acompañamiento del docente (Biggs & Tang, 2007; Ellis & Folley, 2011). El estudiante evalúa permanentemente su propio proceso para verificar el logro de sus propias metas. El sistema muestra una plantilla de evaluación que está activada en todo momento para que el usuario pueda utilizarla.

Resultados

Los puntajes obtenidos en la prueba pretest de los dos grupos participantes evidencian un valor significativamente mayor en el grupo sin andamiaje, resaltándose puntajes significativamente mayores en los temas de números enteros ($t=-3.525$, $p=0,001$), racionales ($t=-2.907$, $p=0,005$), productos notables ($t=-3.193$, $p=0,001$) y en el puntaje total de la prueba ($t=-4.6496$, $p=0,0001$). La Figura 4 muestra la media más alta atribuida al grupo sin andamiaje de autorregulación. Los datos indican que el grupo que trabajó sin andamiaje de autorregulación inicia la experiencia con un nivel de conocimiento superior en comparación con el grupo con andamiaje autorregulado.

Figura 4. Comparación de los puntajes del pretest por habilidades y total.



Fuente: Elaboración propia.

Dado que, en el pretest, el grupo sin andamiaje autorregulado presentó un puntaje significativamente superior al del grupo con andamiaje autorregulado, se realiza el análisis de covarianza (ANCOVA) de la prueba postest de conocimientos matemáticos, tomando la prueba pretest como covariable.

Puede observarse en la Tabla 1 que las variables conforman un buen modelo ($F=11,82$; $p=0,0001$) que alcanza a explicar el 35,1% de la varianza. Esto ocurre por el peso de la covariable ($F=23,10$; $p=0,0001$) y de la variable ambiente ($F=5,19$; $p=0,028$), los cuales constituyen unos buenos predictores del postest.

El modelo corregido determina el valor de las medias ajustadas con la covariable pretest. Los valores ajustados indican una media $m=15,065$ para el grupo con andamiaje autorregulado y $m=12,086$ para el grupo sin

andamiaje autorregulado, lo que muestra el efecto significativo del andamiaje autorregulado sobre la variable dependiente (Tabla 2).

Tabla 1. Efecto del andamiaje autorregulado sobre la prueba de conocimientos postest. Pruebas de los efectos inter-sujetos. Variable dependiente: postest total.

| Origen | Suma de cuadrados tipo III | gl | Media cuadrática | F | P | a. R ² | R ² corregida |
|------------------|----------------------------|----|------------------|--------|-------|-------------------|--------------------------|
| Modelo corregido | 253,808 | 2 | 126,904 | 11,825 | ,0001 | 0,384 | 0,351 |
| Intersección | 33,363 | 1 | 33,363 | 3,109 | ,086 | | |
| Pretest total | 247,949 | 1 | 247,949 | 23,104 | ,0001 | | |
| Ambiente | 55,682 | 1 | 55,682 | 5,189 | ,028 | | |
| Error | 407,801 | 38 | 10,732 | | | | |
| Total | 8586,000 | 41 | | | | | |
| Total corregida | 661,610 | 40 | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

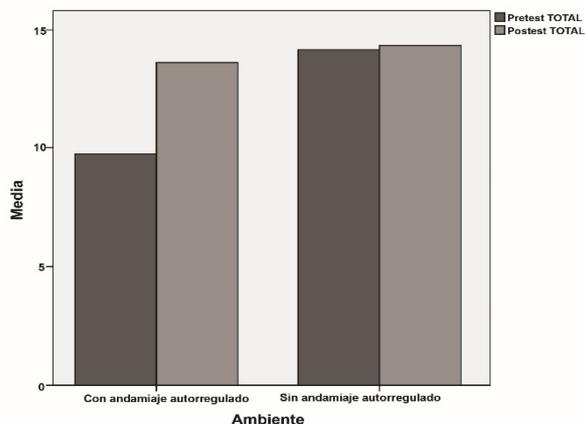
Tabla 2. Medias marginales estimadas para el postest como variable dependiente.

| Ambiente | Media | Error típico | Intervalo de confianza 95% | |
|-----------------------------|--------|--------------|----------------------------|-----------------|
| | | | Límite inferior | Límite superior |
| Con andamiaje autorregulado | 15,065 | 0,723 | 13,602 | 16,528 |
| Sin andamiaje autorregulado | 12,086 | 0,947 | 10,169 | 14,004 |

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 5, permite observar el comportamiento de las variables pretest y postest para los dos grupos. El efecto positivo del andamiaje permitió nivelar los dos grupos en la prueba postest.

Figura 5. Comparación de los puntajes del pretest y postest para los dos grupos experimentales.



Fuente: Elaboración propia.

Resultados de la prueba de autorregulación

La Tabla 3 muestra los valores de la aplicación de la prueba t para variables independientes, al test MSLQ, tanto al inicio como al final de la experiencia.

Tabla 3. Efectos del andamiaje autorregulado sobre la prueba de MSLQ.

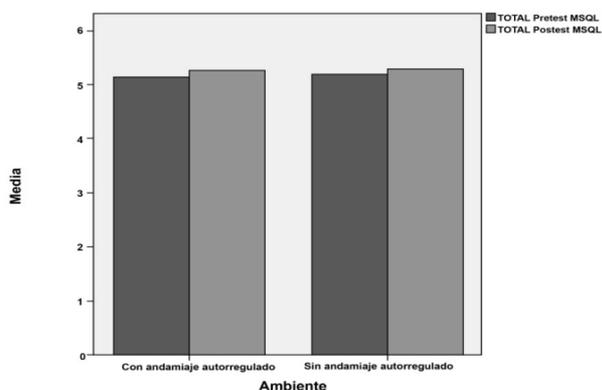
| | Ambiente | N | Media | Diferencia de medias | Gl | t | P |
|--------------------|-----------------------------|----|----------|----------------------|----|--------|-------|
| Total Pretest MSLQ | Con andamiaje autorregulado | 21 | 5,106407 | -0,088748 | 45 | -0,740 | 0,463 |
| | Sin andamiaje autorregulado | 26 | 5,195156 | | | | |
| Total Postest MSLQ | Con andamiaje autorregulado | 21 | 5,235743 | -0,046782 | 45 | -0,327 | 0,746 |
| | Sin andamiaje autorregulado | 26 | 5,282526 | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Puede apreciarse que no existen diferencias significativas en ninguno de los casos. Para el pretest o prueba inicial se tiene un valor $t = -0,740$ y $p = 0,463$; para el caso del postest, tenemos valor $t = -0,327$ y $p = 0,746$. Lo que se interpreta como que el andamiaje no tuvo efectos significativos sobre

la habilidad autorreguladora de los estudiantes participantes, ni tampoco se encontraron relaciones entre el test MSLQ y la prueba de conocimiento.

Figura 6. Comparación de los puntajes del test MSLQ antes y después de la aplicación de andamiaje para la autorregulación.



Fuente: Elaboración propia.

Análisis y discusión de los resultados

El análisis comienza por identificar la diferencia en conocimiento de los grupos al inicio del proceso de intervención con el ambiente de aprendizaje. Como lo muestra la prueba inicial pretest, uno de los grupos clasificado como grupo sin andamiaje obtiene mejores resultados; esto confirma la desigualdad en el nivel de conocimiento de los estudiantes al ingresar a la universidad, factor que de manera hipotética se vería influenciado por la forma como se clasifican los estudiantes a partir de las pruebas para ingreso a una carrera. Probablemente existe un elemento que afecta la organización de los grupos que ingresan a carreras universitarias; este podría consistir en una organización de grupos por orden de puntajes obtenidos, los puntajes más altos conforman unos grupos, independiente de la conformación de otros grupos de puntajes más bajos. A partir de esta reflexión se pensaría que los grupos a quienes se les aplicó la prueba de entrada son de diferente nivel de conocimiento; esta apreciación se sustenta con los resultados encontrados en la prueba, donde el valor de las medias totales es $m=14.19$ para el grupo sin andamiaje y $m=9.76$ para el grupo con andamiaje con una probabilidad de error p inferior a 0.05. En este análisis se destaca las diferencias encontradas en el conocimiento de números enteros, números racionales y productos notables por parte del grupo clasificado sin andamiaje, lo cual marca de manera significativa el

dominio de los estudiantes sobre estos temas. La valoración sobre los temas restantes se mantiene estable, sin mostrar diferencias significativas en los dos grupos intervenidos (Figura 4).

El análisis que continúa toma como referente el antecedente de desigualdad entre los grupos, para centrarse en el efecto del entrenamiento en el ambiente de aprendizaje con andamiaje en autorregulación. La comparación de los dos grupos incluye el pretest como covariable en razón a la diferencia encontrada en la prueba inicial de estos grupos; esta diferencia contrasta el objeto de la investigación, donde se busca probar el efecto del andamiaje de autorregulación en el mejoramiento del logro académico de los estudiantes que ingresan a la universidad, lo cual se evidencia con la utilización del sistema de autorregulación en la nivelación en conocimientos matemáticos de los estudiantes.

Los resultados obtenidos en la investigación —originados en el análisis de covarianza para encontrar diferencias entre las medias del grupo que es entrenado con el ambiente de aprendizaje, apoyado en un sistema de autorregulación, y el grupo que es entrenado en el ambiente “sin” el sistema de autorregulación—, muestran consistentemente que la media del grupo con autorregulación se nivela con la media del grupo sin autorregulación (Figura 5), lo cual indica que el grupo que obtuvo mejores resultados en pretest (grupo sin autorregulación), mejora levemente en su logro académico, mientras que el grupo entrenado con el andamiaje de autorregulación (grupo con autorregulación), mejora significativamente; esto permite inferir que el andamiaje sirve como mecanismo para nivelar las desventajas del grupo con autorregulación, lo cual se sustenta en los hallazgos de Azevedo (2005) y Gravill y Compeau (2008). Apoyados en estos resultados —y teniendo en cuenta la desventaja del grupo con autorregulación en relación con el grupo sin autorregulación, antes de iniciar el entrenamiento—, se puede observar que el sistema influye positivamente en la nivelación del aprendizaje de los estudiantes y, por consiguiente, en el mejoramiento del rendimiento académico. De esto se concluye que los andamiajes y el uso de estrategias de autorregulación afectan positivamente el logro del aprendizaje, lo cual reafirma los resultados del estudio de Dabbagh y Kitsantas (2005) quienes observaron el potencial de las herramientas de la *Web* para soportar estrategias de aprendizaje autorregulado en ambientes distribuidos (*blended learning*) y la efectividad de estos ambientes como andamiajes para el desarrollo del aprendizaje.

En relación con nivel de autorregulación alcanzado —aplicando la prueba de autorreporte MSLQ de Pintrich et al., 1991—, se observa que no

existieron diferencias en los dos grupos intervenidos; esto hace suponer que los estudiantes mantienen el mismo nivel de autorregulación antes y después del entrenamiento. Este resultado se podría apoyar en el tiempo de estudio, factor que pudo haber influido en las respuestas de los estudiantes, lo cual haría suponer que el periodo de tiempo de la experiencia (cinco semanas), no dejó entrever una variación en las actitudes de los aprendices hacia la autorregulación. En este aspecto es prematuro visualizar diferencias en las estrategias de autorregulación, como lo sustenta el estudio de Dabbagh y Kitsantas (2005), quienes en principio no observaron diferencias en la autorregulación, pero después de un periodo de tiempo de entrenamiento, el efecto fue significativo en el desarrollo de la capacidad autorreguladora.

Finalmente, la intervención del ambiente de aprendizaje basado en un sistema de autorregulación para incrementar los conocimientos matemáticos en los estudiantes se proyecta como una posibilidad metodológica para implementar cursos con incorporación de andamiajes de autorregulación que ayuden a mejorar en diferentes dominios de conocimiento antes de ingresar a una carrera universitaria. Esta forma de andamiaje da apertura a nuevas propuestas de investigación a partir del estudio de modelos que incorporen estrategias de aprendizaje para contrastar su efecto, tanto en la capacidad autorreguladora como en el rendimiento académico.

Referencias Bibliográficas

- AZEVEDO, R. (2008). "The role of self-Regulation Learning about Science with Hypermedia". En Robinson, D. & Schraw, G. (Eds.), *Recent Innovations in Educational Technology that Facilitate Students Learning* (pp. 127-156). USA: Information Age Publishing.
- AZEVEDO, R. (2005). "Computer Environments as Metacognitive Tools for Enhancing Learning". *Educational Psychologist*, 40(4), 193-197. doi: 10.1207/s15326985ep4004_1.
- AZEVEDO, R., Cromley, J., Winters, F., Moos, D., & Greene, J. (2005). Adaptive human scaffolding facilitates adolescents' self-regulated learning with hypermedia. *Instructional Science*, 33, 381-412. Recuperado de: <http://link.springer.com/article/10.1007/s11251-005-1273-8>
- BANDURA, A. (1986). *Social Foundations of Thought and Action: A social cognitive theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- BANDURA, A. (1991). Social Cognitive Theory of Self-Regulation. *Organizacion Behavior and Human Decision Processes*, 50, 248-287. doi: 10.1016/0749-5978(91)90022-L

- BERNACKI, M., AGUILAR, A., & BYRNES, P. (2010). Self-Regulated Learning and Technology-Enhanced Learning Environments: An Opportunity-Propensity Analysis. En Dettori, G. & Persico, D. (Eds.), *Fostering Self-Regulated Learning through ICT* (pp. 1-26). Hershey, PA: Information Science Reference Published.
- BIGGS, J., & TANG, C. (2007). *Teaching for Quality Learning at University*. Maidenhead: Open University Press.
- BJORK, R., DUNLOSKY, J., & KORNELL, N. (2013). "Self-regulated learning: beliefs, techniques, and illusions". EN: *Annual Review of Psychology*, 64, 417-444. doi:10.1146/annurev-psych-113011-143823
- CAMPBELL, D. & STANLEY, J. (1995). *Diseños experimentales y Cuasiexperimentales en la Investigación Social*. Buenos Aires, A: Amorrortu Editores.
- CHEN, M. (1995). "A methodology for characterizing computer-based learning environments". *Instructional Science*, 23, 183-220. doi: 10.1007/BF00890451
- CHOI, I., LAND, S. & TURGEON, A. (2005). "Scaffolding peer-questioning strategies to facilitate metacognition during online small group discussion". *Instructional Science*, 33(5-6), 483-511. doi: 10.1007/s11251-005-1277-4.
- DABBAGH, N. & KITSANTAS, A. (2005). "Using web-based pedagogical tools as scaffolds for self-regulated learning". *Instructional Science*, 33, 513-540. doi: 10.1007/s11251-005-1278-3
- ELLIS, C. & FOLLEY, S. (2011). "Using Student Assessment Choice and eAssessment to Achieve Self-Regulated Learning". En: Dettori, G. & Persico, D. (Eds.), *Fostering Self-Regulated Learning through ICT* (pp. 89-104). Hershey, PA: Information Science Reference.
- FLAVELL, J. (1976). "Metacognitive aspects of problem solving". En: Resnick, I. (Ed.), *The nature of intelligence* (pp. 231-235). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- GRAVILL, J., & COMPEAU, D. (2008). "Self-regulated learning strategies and software training". *Information & Management*, 45, 288-296. doi: 10.1016/j.im.2008.03.001
- HACKER, D. (1998). "Definitions and Empirical Foundations". En: Hacker, D., Dunlosky, J. & Graesser, A. (Eds.), *Metacognition in educational theory and practice* (pp. 165-192). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- HADWIN, A., WOZNEY, L. & PONTIN, O. (2005). "Scaffolding the appropriation of selfregulatory activity: A socio-cultural analysis of changes in student-teacher discourse about a graduate research portfolio". *Instructional Science*, 33(5-6), 413-450. Recuperado de <http://link.springer.com/article/10.1007/s11251-005-1274-7>
- HOFER, B., YU, S. & PINTRICH, P. (1998). "Teaching College Students to be Self-Regulated Learners". En: Schunk, D. & Zimmerman, B. (Eds.), *Self-*

- Regulated Learning: From Teaching to Self-Reflective Practice* (pp. 57-85). New York, NY: The Guilford Press.
- HU, H., & DRISCOLL, M. (2013). "Self-Regulation in e-Learning environments: A remedy for community college". *Educational Technology and Society*, 16(4), 171-184. Recuperado de http://www.ifets.info/journals/16_4/14.pdf
- KRAMARSKI, B. (2011). "Assessing self-regulation development through sharing feedback in online mathematical problema solving discussion". En: Dettori, G. & Persico, D. (Eds.), *Fostering self-Regulated Learning through ICT* (pp. 232-247). Hersey, PA: Information Science Reference.
- LAJOIE, S., & AZEVEDO, R. (2006). "Teaching and learning in technology-rich environments". En: Alexander, P. & Winne P. (Eds.), *Handbook of educational psychology*. (2da ed.) (pp. 803-821). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- LOCKE, E., & LANTHAM, G. (1985). The application of goal setting to sports. *Journal of Sport Psychology*, 7(3), 205-222. Recuperado de: <http://fitnessforlife.org/AcuCustom/Sitename/Documents/DocumentItem/8790.pdf>
- LÓPEZ, O., HEDERICH, C., & CAMARGO, A. (2012). "Logro de aprendizaje en ambientes hipermediales: Andamiaje autorregulador y estilo cognitivo". *Revista Latinoamericana de Psicología*, 44(2), 13-25. doi:10.14349/rlp.v44i2.1028
- MALDONADO, L., FONSECA, O., IBÁÑEZ, J., MACÍAS, D., ORTEGA, N., RUBIO, M. & SANABRIA, L. (1999). *Metacognición y Razonamiento Espacial en Juegos de Computador*. Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.
- MELVARECH Z. & KRAMARSKI, B. (1997). "IMPROVE: a multidimensional method for teaching mathematics in heterogeneous classrooms". *American Educational Research Journal*, 34, 365-394. doi: 10.3102/00028312034002365
- NELSON, T. O., & NARENS, L. (1990). "Metamemory: A theoretical framework and new findings". *The psychology of learning and motivation*, 26, 125-141. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Louis_Narens/publication/239059304_Metamemory_A_theoretical_framework_and_new_findings/links/0c96053c5e047895af000000.pdf
- PINTRICH, P. (2000). "The role of goal orientation in self-regulated learning". En: Boekaerts, M., Pintrich, P. & Zeidner, M. (Eds.), *Handbook of Self-Regulation* (pp. 451-502). San Diego, CA: Academic Press.
- PINTRICH, P., SMISTH, D., GARCÍA, T., & MCKEACHIE, W. (1991). A manual for the use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ) (Technical Report No. 91-B-004). Recuperado de <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED338122.pdf>
- SCHOLL, P., BASTIAN F., BENZ, B., BOHNSTEDT, D., RENSING, C., SCHMITZ, B., & STEINMETZ, R. (2009). "Implementation and

- Evaluation of a Tool for Setting Goals in Self-Regulated Learning with Web Resources”. En: Cress, U., Dimitrova, V. & Specht M. (Eds.), *Learning in the synergy of multiple disciplines* (pp. 521–534). Verlag Berlin Heidelberg: Springer.
- SCHUNK, D. (1996). “Goal and self-evaluative influences during children’s cognitive skills learning”. *American Education Research Journal*, 33, 359-382. doi: 10.3102/00028312033002359
- SCHUNK, D., & ZIMMERMAN, B. (1998). *Self-regulated learning: From teaching to self-reflective practice*. Guilford Press.
- STOEGER, H., & ZIEGLER, A. (2008). “Evaluation of a classroom based training to improve self-regulated learning in time management tasks during homework activities with fourth graders”. *Metacognition and Learning*, 3(3), 207–230. doi.org/10.1007/s11409-008-9027-z
- WHIPP, J., & CHIARELLI, S. (2004). “Self-regulation in a Web-based course: A case study”. *Educational Technology Research and Development*, 52(4), 5-22. doi: 10.1007/BF02504714
- WINNE, P. (1996). “A Metacognitive View of Individual Differences in Self-Regulated Learning”. *Learning and Individual Differences*, 8(4), 327-353. doi: 10.1016/S1041-6080(96)90022-9
- WINNE, P., & HADWIN, A. (1997). “Studying as self-regulated learning”. En: Hacker, D. & Graesser, A. (Eds.), *Metacognition in Educational Theory and Practice* (pp. 279-306). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- WOOD, D., BRUNER, J., & ROSS, G. (1976). “The role of tutoring in problem solving”. *Journal of Child Psychiatry and Psychology*, 17, 89-100. doi: 10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381.x
- ZIMMERMAN, B. (2000). “Attaining self-regulation: A social cognitive perspective”. En: Boekaerts, M., Pintrich, P. & Zeidner, M. (Eds.), *Handbook of Self-Regulation* (pp. 13-39). San Diego, CA: Academic Press.
- ZIMMERMAN, B. (1998). “Academic studying and the development of personal skill: a self-regulatory perspective”. *Educational Psychologist*, 33(2-3), 73-86. doi: 10.1207/s15326985ep3302&3_3
- ZIMMERMAN, B., & SCHUNK, D. (2001). “Reflections on theories of self-regulated learning and academic achievement”. En: Zimmerman, B., & Schunk, D. (Eds.), *Self-regulated learning and academic achievement: Theoretical perspectives*, (pp. 273-292). NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- ZIMMERMAN, B., & SCHUNK, D. (1989). *Self-regulated learning and academic achievement: Theory, research, and practice*. NY: Springer Science & Business Media.
- ZIMMERMAN, B., & TSIKALAS, K. (2005). “¿Can Computer-Based Learning Environments (CBLEs) be used as self-regulatory tools to enhance learning?” *Educational Psychologist*, 40(4), 267-271. doi: 10.1207/s15326985ep4004_8