

# El ABP mediado con tecnología móvil como estrategia pedagógica para el desarrollo de la competencia matemática en resolución de problemas: un caso con la adición de números enteros negativos<sup>1</sup>

*The ABP as a pedagogical strategy of mobile technology for the development of math competition of solving problems: a case in the addition of negative whole number*

Eulises Domínguez Merlano  
Rodolfo Enrique Matos Navas  
Ibeth del Carmen Castro Flores  
Candelaria Molina Padrón  
Irma Esther Gómez Zúñiga

<sup>1</sup> El presente artículo es el resultado de la investigación titulada "Efecto del aprendizaje basado en proyectos mediado por tecnología móvil en la resolución de problemas aditivos con números enteros negativos", la cual se realizó con recursos propios, con el propósito de optar al título de Magister en Educación en la Universidad del Norte

zona próxima

Revista del Instituto  
de Estudios en Educación  
Universidad del Norte

n° 14 enero – junio, 2011  
ISSN 1657-2416  
ISSN 2145-9444 (on line)



Roberto Rodríguez. *Opción cero*, 2007.  
Lápiz de color diluido sobre papel, 32 x 32 cm.

#### EULISES DOMÍNGUEZ MERLANO

PSICÓLOGO, UNIVERSIDAD DEL NORTE.  
MAGÍSTER EN PSICOLOGÍA, UNIVERSIDAD DEL NORTE.  
ESPECIALISTA EN PSICOLOGÍA CLÍNICA, UNIVERSIDAD DEL NORTE.  
TUTOR VIRTUAL CERTIFICADO POR LA ORGANIZACIÓN DE ESTADOS AMERICANOS – OEA. COORDINADOR PEDAGÓGICO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA EDUCACIÓN DEL INSTITUTO DE ESTUDIOS EN EDUCACIÓN – IESE.  
PROFESOR TIEMPO COMPLETO DE LA UNIVERSIDAD DEL NORTE.  
EDOMINGU@UNINORTE.EDU.CO

#### RODOLFO ENRIQUE MATOS NAVAS.

ECONOMISTA, UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR.  
ESPECIALISTA EN ESTADÍSTICA APLICADA, UNIVERSIDAD DEL NORTE.  
MAGÍSTER EN EDUCACIÓN, UNIVERSIDAD DEL NORTE.  
PROFESOR DE ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR (CARTAGENA).  
RMATOS@UNITECNOLOGICA.EDU.CO

#### IBETH DEL CARMEN CASTRO FLORES.

LICENCIADA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA, UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO. ESPECIALISTA EN FÍSICA, UNIVERSIDAD DEL NORTE.  
MAGISTER EN EDUCACIÓN, UNIVERSIDAD DEL NORTE.  
SUPERVISORA DE EDUCACIÓN, SECRETARÍA DE EDUCACIÓN DE BARRANQUILLA.  
IBICAF77@YAHOO.ES

#### CANDELARIA MOLINA PADRÓN

INGENIERA INDUSTRIAL, UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR  
ESPECIALISTA EN ESTADÍSTICA APLICADA, UNIVERSIDAD DEL NORTE.  
MAGÍSTER EN EDUCACIÓN, UNIVERSIDAD DEL NORTE.  
PROFESORA DE ESTADÍSTICA DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR Y ESCUELA NAVAL DE CADETES (CARTAGENA).  
CANMOPA@HOTMAIL.COM

#### IRMA ESTHER GÓMEZ ZÚÑIGA

LICENCIADA EN MATEMÁTICA Y FÍSICA, UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA  
MAGÍSTER EN EDUCACIÓN, UNIVERSIDAD DEL NORTE.  
PROFESORA DE MATEMÁTICA DE LA SECRETARÍA DE EDUCACIÓN DEL DISTRITO DE CARTAGENA  
IPIRMAPA\_G@HOTMAIL.COM

En este artículo se presentan los resultados de la investigación “Efecto del Aprendizaje Basado en Proyectos mediado con tecnología móvil en la resolución de problemas aditivos con números enteros negativos”. La investigación es cuantitativa, con enfoque correlacional y diseño cuasi-experimental con pre-test y pos-test. Se conformaron dos grupos, experimental y control, de veinte estudiantes cada uno. El primero utilizó el ABP con la mediación de los Classemate, mientras que el segundo, no empleó la mediación de la tecnología. Para establecer las diferencias entre los grupos, se empleó el método estadístico ANOVA, evidenciando que no existen diferencias significativas en la competencia de resolución de problemas entre los grupos. Sin embargo se determinó que existen diferencias en el pre-test y pos-test al interior de los grupos. La utilización del ABP mejora el desempeño de los estudiantes en la competencia de resolución de problemas independientemente del tipo de mediación empleada.

PALABRAS CLAVES: resolución de problemas, aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje colaborativo, tecnología móvil.

## RESUMEN

## ABSTRACT

This article presents the results of the investigation, “Effect of Project Based Learning mediated by mobile technology in problem-solving additives with negative integers”. The research is quantitative, focusing correlational and quasi-experimental design with pretest and post-test. The subjects were divided into two groups, experimental and control of twenty students each. The first used the PBL with the mediation of Classemate, while the second did not employ mediation of technology. To establish the differences between the groups, we used the ANOVA statistical method, showing that there are no significant differences in problem-solving competence between groups. However, it was determined that there were differences in the pretest and post-test within the groups. This reflects that the use of PBL improves student performance in problem-solving competence regardless of the type of mediation used

KEYWORDS: problem-solving, project-based learning, collaborative learning, mobile technology.

## INTRODUCCIÓN

Los profundos cambios que se han generado en la sociedad a finales del siglo XX a nivel tecnológico, económico, político y social han repercutido en los procesos educativos, a tal punto que han obligado a generar nuevas formas de repensar la educación y de concebir los procesos de enseñanza – aprendizaje. Una muestra de ello, ha sido el uso de las tecnologías de interacción digital, visual, sonora y textual como mediadoras de las prácticas pedagógicas en el aula de clase. Dentro de este contexto, se hace necesario que el docente adopte prácticas pedagógicas que apunten a generar aprendizaje significativo y colaborativo, que contribuyan a que el educando extrapole los saberes a su entorno para resolver situaciones cotidianas.

Por ello, la presente investigación tuvo como objetivo determinar el efecto generado por la estrategia de enseñanza basada en proyectos (ABP) mediada por tecnología móvil, en el desarrollo de la competencia matemática de resolución de problemas aditivos con números enteros negativos. En el cumplimiento de dicho objetivo, se requirió de una serie de elementos teóricos que validaron los constructos y planteamientos esbozados, por lo que sus autores se apoyaron en los postulados del enfoque teórico constructivista y la propuesta pedagógica de David Moursund sobre el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP).

Muy a pesar que el enfoque constructivista plantea diversas perspectivas sobre cómo se construye el aprendizaje, debido a la cantidad de aportaciones que lo nutren, todos los autores convergen en precisar que es el alumno el principal protagonista de su propio aprendizaje, y es allí en donde se fundamenta el núcleo duro de la teoría constructivista. De esta manera, resulta oportuno considerar la aplicación de los concep-

tos del constructivismo — el cual se desarrolla en el aula de clase —, sin descuidar que en la sociedad en que nos encontramos inmersos, denominada por algunos autores “Sociedad del Conocimiento” o “Sociedad de la Información”, para aprender y trabajar se hace necesario acercarse a las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación NTIC, por lo que es inminente propiciar en los individuos el desarrollo de este tipo de competencias. Estas se fomentan, utilizando las herramientas tecnológicas en las aulas de clases como mediadora de los procesos de enseñanza–aprendizaje.

La situación manifiesta, conduce a la propuesta de emplear en diferentes áreas del saber, específicamente en las matemáticas, el uso de las NTIC como mediadoras del proceso de enseñanza-aprendizaje. Esta mediación acompañada de una estrategia pedagógica que coadyuve al desarrollo de competencia en resolución de problemas, podría generar calidad en el sistema educativo.

En este sentido, las características de la propuesta pedagógica del profesor David Moursund, sobre el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), se constituye en una opción viable, debido a que ésta se orienta hacia la acción. Por tanto, esta estrategia pedagógica centrada en el estudiante, genera motivación intrínseca en los procesos formativos, promueve la colaboración y el trabajo cooperativo y sobre todo genera habilidades de orden superior — los estudiantes aprenden a aprender, desarrollan procesos metacognitivos, mediante el auto-monitoreo, entre otras —. Bajo estas circunstancias la estrategia didáctica Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), es otro de los pilares en que se fundamenta el presente trabajo, por ser una de las técnicas didácticas que fomenta la autonomía en el aprendizaje, el aprendizaje colaborativo y genera habilidades para resolver problemas en contexto, (Moursund, 2007).

## MARCO TEÓRICO

El marco teórico que apoya la investigación se enmarca en los conceptos del constructivismo, precisamente en los aportes que al respecto han ofrecido autores como Jean Piaget y Lev Vigotsky, los cuales han servido de apoyo en el diseño de innumerables propuestas metodológicas, entre las que se encuentra la estrategia pedagógica Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), que busca la construcción del conocimiento por parte de los estudiantes a partir de un problema real.

Esta investigación asume al alumno como el principal protagonista de su propio aprendizaje, tal como lo sugieren los autores constructivistas. Al respecto Piaget (1955) argumenta que el conocimiento no surge ni del objeto ni del sujeto, sino de la interacción entre ambos. El conocimiento es un proceso de construcción perpetua, que exige la actuación del sujeto sobre lo conocido para transformarlo, lo que implica que el conocimiento requiere cierto nivel de intervención. Para Piaget, los alumnos requieren someterse a un estado de desequilibrio para poder aprender, dado que la ansiedad les sirve de catalizador para motivar el aprendizaje. De tal manera que en el aprendizaje de las diferentes disciplinas "la materia por aprender no debe presentarse en bandeja de plata ya que el aprendiz necesita poder reorganizarla y transformarla antes de incorporarlos a su estructura cognitiva" (Amegan, 1993, p. 165).

De igual manera el aporte de Vigotsky al constructivismo, se constituyó en un insumo valioso para la presente investigación, en la medida en que permitió incluir la programación de actividades de colaboración entre pares y entre docentes-estudiantes, en aras de generar trabajo colaborativo y la estimulación de un nuevo conocimiento a partir de una construcción colectiva. Este aporte fue extraído de la interpretación de los conceptos

de Zona de Desarrollo Próximo (ZDP), que en palabras del autor es: "La distancia en el nivel real de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en la colaboración con otro compañero más capaz" (Vigotsky, 1988, p.133); y el de "Andamiaje", la cual en palabras de Baquero es: "una situación de interacción entre un sujeto experto, o más experimentado en un dominio y otro novato, o menos experto, en donde el formato de la interacción tiene por objetivo que el sujeto menos experto se apropie gradualmente del saber del experto" (Baquero, 1997, p. 148).

De esta manera, las teorías expuestas tanto por Piaget como por Vigotsky contribuyeron sustancialmente a establecer los lineamientos pertinentes a la consecución de los objetivos propuestos por los investigadores, dado que aclararon las formas como los individuos conocen el mundo y construyen su propio conocimiento. Al respecto Zubiría afirma que estas dos teorías "nutren las didácticas contemporáneas, la psicología evolutiva (génesis mental) y la psicología social (fuerzas sociales y culturales que influyen en el individuo)" (1994, p .113). Sin duda estas dos teorías han influenciado a través de los últimos años las diferentes estrategias didácticas que aplican en el aula los docentes constructivistas.

Partiendo de la descripción anterior, la presente investigación asume el ABP mediado con tecnología móvil como una estrategia metodológica que propicia el desarrollo de la competencia de resolución de problemas aditivos con números enteros negativos, la cual según Moursond (2007): "se centra en un problema que debe resolverse o en una tarea que debe realizarse. La idea más importante en la solución de problemas

y la finalización de tareas es que el individuo construye sobre su propio trabajo y el trabajo previo de otros" (p. 2). Esto indica que el alumno deberá enfrentarse a una nueva situación, que se constituye en un verdadero reto, en donde se requiere de los aportes, la ayuda y las habilidades que otras personas han desarrollado, así como las que él pueda generar para buscar la solución adecuada y pertinente a dicho problema. Para el autor, el ABP puede ser analizado por lo menos de seis formas por el estudiante; éstas son:

Está centrado en el estudiante y es motivante intrínsecamente; promueve la colaboración y el aprendizaje cooperativo; permite que los estudiantes realicen mejoras en sus productos; está diseñado para que el estudiante se comprometa activamente a hacer cosas en vez de aprender sobre algo; requiere que los estudiantes produzcan un producto, y es un reto con un enfoque en las habilidades de orden superior (Moursund, 2007, p.16).

Dentro de la propuesta de ABP, vale la pena aclarar que la resolución de problemas ha sido abordada por varios autores, entre los que se encuentra Polya (1945), quién propone cuatro etapas en la resolución de un problema, las cuales son: comprensión del problema, concepción de un plan, ejecución del plan y visión retrospectiva (Nieto, 2005, p. 9). Sin embargo, esta propuesta se enriquece con la concepción de la necesidad de incorporar procesos de monitoreo y regulación durante el proceso de resolución de problemas, lo cual permite que el que resuelve revise periódica e internamente los procedimientos empleados y su efectividad en la consecución de la meta trazada. Bajo los mismos planteamientos se encuentra la propuesta de Lester (1980), Schoenfeld (1985, 1992) y Silver (1985), quienes coinciden en establecer que la metacognición juega un rol importante en la resolución de problemas" (citado por López, Noriega & Ospino, 2007). Estos autores afirman que:

Los análisis sobre resolución de problemas se han enfocado demasiado en estrategias cognitivas

sesgadas y que se necesita estudiar además los procesos relacionados con la selección de estrategias, monitoreo cognitivo y la evaluación de los procesos cognitivos sugiriendo que las dificultades de los estudiantes con la resolución de problemas puede estar relacionadas con la falta de habilidades autorreguladoras (citado por López et al., 2007, p. 61).

Dentro de este contexto Bloom and Broder (1950), Brown (1978) y Whimbey (1980), afirman que:

Existe una gran evidencia que demuestra que aquellos que perseveran en la solución de problemas, que piensan de manera crítica y flexible, que logran obtener una mejor percepción del problema y que pueden aplicar conscientemente sus habilidades intelectuales, son los que poseen habilidades metacognitivas bien desarrolladas (citado por Costa, 1984, p.125).

Finalmente, el estudio incorporó la tecnología móvil en el aula de clase con el propósito de generar procesos de enseñanza-aprendizajes innovadores capaces de fomentar el aprendizaje colaborativo, y a la vez lograr el desarrollo de la competencia matemática de resolución de problemas aditivos con números enteros negativos en los educandos, sin descuidar la implementación de procesos metacognitivos durante toda la práctica pedagógica fundamentada en los principios constructivista.

## METODOLOGÍA

Teniendo en cuenta que la investigación parte de la revisión y análisis profundo de un conjunto de teorías que se constituyen en el soporte para generar propuestas empíricas que orientan el resultado final y al mismo tiempo coadyuvan a definir las variables, que al ser operacionalizadas conducen a la recolección y procesamiento eficiente de los datos (Bonilla & Rodríguez, 1997),

la presente investigación optó por el enfoque de investigación cuantitativo como recurso para correlacionar variables educativas, desde una perspectiva de la inferencia estadística que contribuyó a enriquecer y mejorar la comprensión de la realidad del objeto analizado.

El diseño utilizado en el presente estudio fue el cuasi-experimental con grupo de comparación no equivalente; aquí se estudiaron dos grupos de veinte personas cada uno, conformados a partir de una serie de características aleatorias, debido a que se realizó un muestreo aleatorio simple para seleccionar a los estudiantes participantes en cada grupo. A estos grupos se les aplicó un pre-test, que evidenció el nivel de homogeneidad de éstos antes de la aplicación del tratamiento. Luego uno de los grupos fue sometido al tratamiento experimental y finalmente a ambos se le aplicó un post-test para realizar los comparativos e inferir sobre el efecto de la variable independiente tratada sobre la dependiente (Mc Guigan, 1996). En estas circunstancias, el diseño del experimento utilizado para la investigación fue el siguiente:

El experimento se desarrolló con la aplicación de un proyecto de aula denominado "Plasmando mis experiencias escolares", en donde los estudiantes participantes, resolvieron problemas aditivos con números enteros negativos de diferentes niveles de complejidad partiendo de situaciones que involucraron su entorno. Al final los estudiantes evidenciaron el desarrollo de las competencias mediante la publicación de un artículo, ya sea en el periódico mural fijo de la escuela (Grupo sin mediación de tecnología, conformado por veinte estudiantes) o en el blog destinado para tal fin (Grupo con mediación de tecnología, conformado por veinte estudiantes). El proyecto de aula estuvo conformado por diez fases y ocho sesiones, en donde se implementó la estrategia pedagógica basada en el aprendizaje por proyectos con y sin mediación de la tecnología móvil. Es importante aclarar que se entiende por una sesión a cada una de las jornadas de trabajo correspondientes a dos horas efectivas de sesenta minutos cada una y se entiende por fases a cada una de las etapas que conforman la estrategia pedagógica.

VARIABLE INDEPENDIENTE (X)	ABP con mediación de la tecnología móvil.
VARIABLE DEPENDIENTE (Y)	Nivel de competencia en la resolución de problemas aditivos con números enteros negativos.
GRUPO EXPERIMENTAL (GE)	Estudiantes que emplean el ABP con mediación de la tecnología móvil.
GRUPO CONTROL (GC)	Estudiantes que emplean el ABP sin mediación de la tecnología móvil.
TRATAMIENTO EXPERIMENTAL	Aplicación de la tecnología móvil en la implementación de la estrategia pedagógica ABP.

En la recolección de los datos se emplearon una serie de instrumentos, tales como: un cuestionario diseñado por los investigadores y validado por un grupo de profesionales expertos en la competencia matemática de resolución de problemas; este permitió diagnosticar el estado de la competencia matemática en los estudiantes (pre-test y post-test); la rúbrica, se constituyó en el instrumento de evaluación compartida de las actividades del proyecto de aula; el diario de campo, se utilizó como un mecanismo para que el educando reflexionará acerca del estado de su aprendizaje, generando con ello espacios de monitoreo y regulación.

## FUNDAMENTACIÓN ESTADÍSTICA

La técnica estadística ANOVA (Análisis de la Varianza) es la indicada para contrastar la hipótesis, porque ayuda a establecer las diferencias existentes entre las medias de varios grupos definidos por una variable categórica (variable independiente o factor) en una variable cuantitativa (variable dependiente), permitiendo contrastar la hipótesis nula de igualdad entre las medias poblacionales. La idea general de la herramienta es separar la variación total en las partes con la que contribuye cada fuente de variación en el experimento (Gutiérrez & De la Vara, 2004).

En este sentido Pérez (2005), establece que el análisis de la varianza con un solo factor se emplea únicamente cuando analizamos la relación entre una variable dependiente métrica o numérica y una variable independiente categórica o cualitativa estudiada en sus distintos niveles o tratamientos. Por lo tanto, el modelo ANOVA se formula de la siguiente forma:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

Donde:

$Y_{ij}$ : Nivel de competencia en resolución de problemas aditivos con números enteros negativos

$\mu$ : Parámetro de escala común a todos los tratamientos llamado media global (es una constante)

$\tau_i$ : Parámetro que mide el efecto del tratamiento  $i$  (efecto del ABP con mediación de la tecnología móvil)

$\varepsilon_{ij}$ : Error aleatorio atribuible a la medición de los niveles de competencia con y sin mediación de la tecnología móvil.

Una vez estimado el modelo, es necesario comprobar los supuestos en los que se fundamenta la técnica, en aras de entregarle validez al análisis de los resultados. En este sentido, los supuestos que deben ser comprobados son: Normalidad, para efectos de validar este supuesto en el estudio se empleará la prueba analítica de  $W$  de Shapiro y Wilk; homoscedasticidad; para comprobar la veracidad del supuesto de homoscedasticidad se utilizará el test de Levene, y finalmente el supuesto de independencia, que se verifica utilizando la prueba de Durbin-Watson, la cual permite diagnosticar la presencia de correlación (autocorrelación) entre los residuos.

El test de normalidad Shapiro –Wilk evidencia que la probabilidad de rechazar o no rechazar la hipótesis nula, denominada P-valor (0,085) para esta prueba es mayor al nivel de significancia del 0,05, por lo tanto no se puede rechazar la afirmación que los niveles de competencia en resolución de problemas con número enteros negativos provienen de una distribución normal, esto indica que la hipótesis nula que afirma que los residuos presentan un comportamiento

en distribución normal no se rechaza, esto se sostiene bajo un nivel de confianza del 95%.

**Tabla 1. Prueba de Normalidad**

Prueba	Estadístico F	P-Valor
Shapiro-Wilk W	0,947178	0,0858832

**Fuente:** Cálculo realizado por los autores en software SPSS 15.0

El supuesto de homoscedasticidad pretende comprobar que la variabilidad entre el grupo control y experimental es la misma, por lo tanto, al analizar la tabla 2, se observa que el P-valor es mayor al nivel de significancia de la prueba que es de 0,05, esto nos indica que la hipótesis nula no se rechaza, por lo que se puede concluir a partir de la afirmación de esta hipótesis que no hay una diferencia estadísticamente significativa entre las varianzas intra e intergrupales, con un nivel de confianza del 95,0%.

**Tabla 2. Prueba de Varianza**

Prueba	Estadístico F	P-Valor
Levene's	1,1056	0,299682

**Fuente:** Cálculo realizado por los autores en software SPSS 15.0

A partir del análisis estadístico de los residuos se pudo detectar la ausencia de correlación (Autocorrelación), de allí que un P-Valor superior al nivel de significancia empleado en la prueba indica que no existe ningún indicio de la presencia de autocorrelación serial en los residuos a un nivel de confianza dado (es del 95%). La tabla 3 muestra la prueba Durbin-Watson (DW) que evidencia un estadístico de 1,7355 con P-Valor

de 0,1562, lo que coadyuva a no rechazar la hipótesis nula de independencia entre los grupos.

**Tabla 3. Prueba de Independencia**

Prueba	Estadístico F	P-Valor
Durbin Watson	1,7355	0,1562

**Fuente:** Cálculo realizado por los autores en software SPSS 15.0

## RESULTADOS

Para efectos de garantizar la homogeneidad en el nivel de competencia en resolución de problemas aditivos con números enteros negativos en los estudiantes participantes en el proyecto, se le aplicó una prueba objetiva antes de realizar el tratamiento propio de la experimentación (pre-test). Esto es muy importante debido a que evidencia que los resultados encontrados entre los grupos (Experimental y Control) se deben a la manipulación que se ejerce sobre la variable independiente en el grupo experimental y no propiamente a las asimetrías que existan entre los niveles de competencias.

La tabla 4 establece que no existen diferencias significativas entre los niveles de competencia en resolución de problemas en los estudiantes que hacen parte de los grupos mediados con y sin tecnología móvil ( $F=1,686$ ;  $p=0,202$ ), debido a que la variación al interior de los grupos (intra-grupos, con 38 grados de libertad), no es muy significativa, lo que conlleva a establecer que los estudiantes poseen un nivel de competencia en resolución de problemas aditivos con números enteros negativos muy similares. Sí realizamos el comparativo entre los grupos con y sin mediación (inter-grupos, con 1 grado de libertad) encontramos los mismos resultados, esto es,

los estudiantes que hacen parte del grupo con mediación de la tecnología móvil y aquellos que conforman el grupo que no utiliza la mediación tecnológica, no presentaron diferencias significativas entre los niveles de competencias en resolución de problemas aditivos con números enteros negativos en el pre-test.

fue expuesto a la mediación de la tecnología móvil — los estudiantes utilizaron durante toda la fase del proyecto un computador portátil o “Clasemate” — se le hizo un comparativo a los resultados del pre-test y post-test en aras de verificar si la influencia del ABP incide en el

**Tabla 4.** Prueba ANOVA Pre-test entre los grupos con y sin mediación de las TIC

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	P-Valor.
Inter-grupos	245,025	1	245,025	1,686	,202
Intra-grupos	5521,750	38	145,309		
Total	5766,775	39			

**Fuente:** Cálculo realizado por los autores en software SPSS 15.0

De lo anterior se puede concluir que antes de iniciar la práctica académica empleando la estrategia pedagógica Aprendizaje Basado en Proyecto, se comprobó que los estudiantes no poseían diferencias significativas en los niveles de competencia en resolución de problemas aditivos con números enteros negativos, este hecho contrastado en la prueba de ANOVA, es atribuible al proceso de aleatorización de la selección de los estudiantes.

Diferencias entre los niveles de competencias en el pre-test y post-test en el grupo mediado con tecnología móvil.

En aras de establecer el impacto que genera la utilización de la estrategia pedagógica ABP en la resolución de problemas aditivos con números enteros negativos, el grupo experimental que

desarrollo de la competencia matemática en resolución de problemas.

El análisis de la varianza permite corroborar que los niveles de competencia en resolución de problemas aditivos con números enteros negativos en el grupo experimental, poseen diferencias significativas entre el pre-test y el post-test; esto se evidencia en la tabla 5, en donde la columna de P-valor (0,006) es menor al nivel de significancia empleado (0,05); cuando esto sucede rechazamos la hipótesis nula de igualdad entre los niveles de competencias de los estudiantes antes y después de haberse sometido a los procesos de la estrategia pedagógica ABP, indicando que en el grupo experimental, la estrategia pedagógica facilitó el desarrollo de competencia en resolución de problemas aditivos con números enteros negativos.

**Tabla 5.** ANOVA del grupo experimental antes y después de la estrategia ABP

	Suma de cuadrados	Gl.	Media cuadrática	F	P valor.
Intergrupos	1177,225	1	1177,225	8,492	,006
Intra-grupos	5267,750	38	138,625		
Total	6444,975	39			

**Fuente:** Cálculo realizado por los autores en software SPSS 15.0

### DIFERENCIAS ENTRE LOS NIVELES DE COMPETENCIAS EN EL PRE-TEST Y POST-TEST EN EL GRUPO SIN MEDIACIÓN DE LA TECNOLOGÍA MÓVIL

El grupo control caracterizado por no emplear la mediación de la tecnología móvil, en el análisis de las pruebas inicial y final obtuvo resultados similares a los del grupo experimental, esto corrobora que el ABP contribuye a que los estudiantes desarrollen competencia en resolución de problemas (Álvarez, 2001).

De igual manera, el análisis de la varianza permite corroborar que los niveles de competencia en resolución de problemas aditivos con número enteros negativos en el grupo control, posee diferencias significativas entre el pre-test y el post-test; esto se evidencia en la tabla 6, en donde la columna de P-valor (0,015) es menor al nivel de significancia empleado (0,05), cuando esto sucede rechazamos la hipótesis nula de igualdad entre los niveles de competencias de los estudiantes antes y después de haberse sometido a los procesos de la estrategia pedagógica ABP, indicando que en el grupo control, la estrategia pedagógica facilitó el desarrollo de competencia en resolución de problemas aditivos con números enteros negativos.

Estos resultados coinciden con las afirmaciones de algunos expertos en el tema, los cuales es-

tablecen que la estrategia pedagógica basada en proyectos (ABP) contribuye al desarrollo de los niveles de competencia en resolución de problemas frente las estrategias de enseñanza tradicionales. Al respecto Di Bernardo y Di Bernardo (2004) realizaron una investigación titulada "Aprendizaje basado en problemas (ABP) en la Carrera de Bioquímica: Sus beneficios cognoscitivos desde la auto-evaluación", el objetivo que se propusieron alcanzar los investigadores fue conocer el rendimiento cognitivo del método ABP y compararlo con las técnicas de enseñanza tradicional. Durante el proceso de observación y medición, los investigadores establecieron que: "el método ABP permite que los alumnos logren un mayor grado de aplicación de los conocimientos estudiados, mientras que con las técnicas tradicionales un número significativamente superior de estudiantes admite haber alcanzado solo el nivel más bajo de dominio cognitivo" (p.2). De igual manera, la utilización de las estrategias ABP mostró a partir del análisis de las auto-evaluaciones, que los estudiantes lograron un nivel mayor de comprensión y aplicación de los conocimientos que al utilizar los métodos tradicionales; a los estudiantes se les facilitó más aplicar los conocimientos al contexto que con la metodología tradicional; los estudiantes se sienten más seguros para autoevaluarse, debido a que en el ABP deben reconocer lo que desconocen, deben decidir qué temas abordan y utilizan el error como oportunidad de aprendizaje.

En este sentido, los estudiantes que aprenden bajo la estrategia ABP desarrollan una serie de competencias, dentro de las cuales se encuentra la de resolución de problemas en contexto.

eficiente, son estos; responsabilidad individual, apoyo mutuo, interdependencia positiva, interacción social cara a cara y la formación de pequeños grupos de trabajo. Todas estas condiciones han

**Tabla 6.** ANOVA del grupo control antes y después de la estrategia ABP

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	1575,025	1	1575,025	6,503	,015
Intra-grupos	9203,350	38	242,193		
Total	10778,375	39			

**Fuente:** Cálculo realizado por los autores en software SPSS 15.0

Aunado a lo anterior, el análisis de la bitácora que diligenciaron los estudiantes en ambos grupos, evidenció la existencia de trabajo colaborativo, prueba de ello es que el 95% de los estudiantes, cuando se les preguntó cómo enfrentaron las situaciones en donde desconocían las formas de resolverla, respondieron que a partir de la comunicación del problema a sus compañeros de equipos, se lograba dar aviso de las falencias que poseía un integrante, luego cada uno de los miembros del equipo se documentaba al respecto y comenzaba a emitir posibles soluciones; el aporte de cada integrante coadyuvaba a disipar la duda o la falencia cognitiva en el temática en particular. Es importante resaltar que los estudiantes reiteraron que "siempre es bueno pedirle ayuda al compañero, para salir de cualquier duda", esta frase conlleva a establecer que la colaboración y el apoyo mutuo, estuvo presente en el desarrollo de las actividades de los equipos de trabajo de una manera consciente.

De acuerdo a Adams y Hamm (1996) y Dillenbourg (1999) (citado por Nussbaum & Zurita, 2005) necesariamente debe haber cinco factores para que se genere un trabajo colaborativo

sido observadas en las bitácoras diligenciadas por los estudiantes. Pese a que los dos últimos factores son condiciones intrínsecas del experimento, éstas fueron cumplidas a cabalidad, debido a que al interior de los grupos se conformaron equipos de trabajo de cinco personas, las cuales trabajaban en el desarrollo de las clases.

De igual manera, en la ejecución de cada una de las fases, al interior de cada equipo los integrantes coevaluaron el trabajo realizado por sus pares. Esta experiencia se plasmó en la bitácora, reflejando que los estudiantes a partir de las críticas que le hacían al trabajo de sus coequiperos, empezaban a revisar y reorientar su pensamiento acerca de la temática que se estaba manejando. Un ejemplo de ello son las palabras textuales extraídas de la bitácora de un estudiante:

... dice que en la adición de números enteros negativo, se tiene en cuenta la regla de los signos y la adición de los negativos más negativos resulta un número negativo menor. Yo nunca estuve de acuerdo, pero cuando llenamos la rúbrica dije que estaba mal, pero los demás dijeron que estaba bien, pero me puse a pensar y volví a leer la situación del problema e interpreté que todos tenían la razón.

Esta afirmación evidencia que, al momento que la estudiante no se siente respaldada por sus compañeros de equipo, realiza una revisión de sus conceptos y se da cuenta que algo anda mal, por lo que decide echarle un vistazo a los textos; al confrontar sus conocimientos con el texto, entra en una fase de reflexión, de donde sale la conclusión que sus conceptos estaban completamente equivocados, por lo que decide replantearlos de acuerdo a los establecidos por la ciencia. Esta situación muestra que además de la existencia de elementos de coevaluación, se estimula la metacognición en los educandos.

Al igual que el trabajo colaborativo, la estimulación de procesos metacognitivos y facilitación del desarrollo de competencias, la motivación también ha sido un factor manifestado por los estudiantes de ambos grupos (experimental y control) durante la investigación. Las estudiantes en todas las fases del proyecto "Plasmando mis Experiencias Escolares", se mostraron entusiasmadas y dispuestas a participar, a tal punto que en todo momento declararon que les parecía sumamente interesante poder aplicar todos los conocimientos matemáticos a la vida cotidiana; al respecto algunos estudiantes plasmaron en la bitácora "No pensé jamás que los números enteros negativos tenían que ver con situaciones de mi vida estudiantil; me parece cheverísimo poder resolver los problemas que se me presentan a diario en el colegio más que los ejercicios de los libros", otra dijo "Estaré atenta en participar

y realizar todas las actividades, porque me parece bueno que estemos usando los números negativos para resolver las cosas que pasan en el colegio".

Estos comentarios conllevan a concluir, que el hecho que los estudiantes resuelvan casos de su entorno y de su diario vivir, genera un sentido de identificación con el tema de la asignatura que están estudiando y al mismo tiempo se crea un estímulo para que el estudiante desee aprender los conceptos de dicha asignatura. Este hecho se constituye en un acicate para que participen activamente en las actividades y deseen indagar sobre los aspectos que caracterizan al tema, debido a que el estudiante le encuentra sentido y aplicabilidad a los temas que aprende.

#### Diferencias entre los niveles de competencias aplicando el ABP con y sin mediación de la tecnología móvil

El análisis comparativo entre los grupos experimental y control, determinó que entre estos grupos no existen diferencias estadísticamente significativas ( $F=0,448$ ;  $p=0,507$ ); la Tabla 7 evidencia que el p-valor es mayor al nivel de significancia empleado (0,05); cuando esto sucede no existe suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula de igualdad con una confianza del 95%.

**Tabla 7.** ANOVA comparación entre grupos después de la estrategia ABP

	Suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F	Sig.
Intergrupos	105,625	1	105,625	,448	,507
Intra-grupos	8949,350	38	235,509		
Total	9054,975	39			

Fuente: Cálculo realizado por los autores en software SPSS 15.0

De acuerdo al resultado mostrado en la tabla de ANOVA, la hipótesis nula de la investigación, no se rechazaría, por lo tanto se puede concluir que los estudiantes que fueron preparados para desarrollar la competencia en adición de números enteros negativos utilizando la estrategia ABP con medición de la tecnología móvil, en los post-test o pruebas finales que se les practicaron para corroborar los avances en dicha competencia, no presentaron ningún tipo de diferencias con el grupo de estudiantes que se prepararon empleando la estrategia ABP sin mediación de la tecnología móvil. Esto se debe a que la mediación de la tecnología móvil no es el factor generador de estas diferencias, estas son ocasionadas por el uso de la técnica didáctica ABP.

Esta situación, no es distante a los resultados encontrados por Domínguez (2005) en su estudio "Análisis comparativo de tres modelos de aprendizaje: colaborativo virtual, colaborativo presencial y magistral", los autores determinaron la incidencia de tres modelos de enseñanza-aprendizaje en los resultados académicos en cuatro grupos universitarios. Los investigadores emplearon en el experimento cuatro grupos de estudiantes y tres modelos de enseñanza-aprendizaje; en el primer modelo se desarrolló la temática completamente virtual con sesiones sincrónicas y asincrónicas, en el segundo y tercer modelo se empleó un aula física y no se utilizó ningún tipo de mediación tecnológica. En los resultados no se encontraron diferencias significativas en el nivel de conocimiento evaluado antes y después de la aplicación de los tres modelos de enseñanza-aprendizaje.

En la misma vía se encuentra el estudio realizado por Escudero, Llinás, Obeso y Rojas (2005), titulado "Influencia de la tecnología en el aprendizaje de cálculo diferencial y estadística descriptiva", los

investigadores comprobaron que el desempeño de los estudiantes que cursan las asignaturas Estadística Descriptiva y Cálculo Diferencial se encuentra influenciado por la mediación de los software *Derive* y *Statgraphics*; esto es, se parte de la hipótesis que los estudiantes que recibieron los cursos de Cálculo Diferencial y Estadística Descriptiva con el uso de los programas *Derive* y *Statgraphics*, respectivamente, tienen mejor desempeño académico que los alumnos que recibieron los mismos cursos sin el uso de los software.

Los resultados de esta investigación arrojaron que:

Bajo el rigor estadístico no ofreció diferencias significativas el efecto de la tecnología en el aprendizaje del Cálculo Diferencial y de la Estadística Descriptiva con el apoyo del *Derive* y del software *Statgraphics* en relación con los cursos que se desarrollaron sin el uso de la tecnología; la experiencia tiene otros valores agregados que no se recogen bajo los parámetros estadísticos inferenciales. (Escudero, et, al., 2005, p.104)

Finalmente, el trabajo de López, Tamez y Lozano (2007), propone el uso del aprendizaje móvil (*m-learning*) como herramienta para el desarrollo del análisis crítico en estudiantes de educación superior. Los investigadores generaron unos podcasts con las lecturas de apoyo para los foros virtuales; éstos fueron utilizados por el grupo experimental para desarrollar sus actividades, mientras que el grupo control siguió las actividades de manera tradicional, es de aclarar que los resultados obtenidos evidenciaron que el aprendizaje móvil no proporcionó cambios significativos en las calificaciones de los alumnos, sin embargo los autores sugieren que esta puede ser una herramienta alternativa y efectiva para el

desarrollo del análisis crítico de los estudiantes a nivel superior.

En síntesis, aunque no se generaron estadísticamente diferencias significativas entre los grupos experimental y control; el uso de la tecnología móvil en la enseñanza de las matemáticas, como mediación cognitiva para procurar un desarrollo de los procesos matemáticos puede ser una valiosa alternativa para afianzar la técnica didáctica del ABP, debido a que ésta estimula la curiosidad del estudiante y lo invita a buscar con rigor los temas de la asignatura. Así mismo, promueve a que se conciba la matemática como una actividad que socialmente se debe compartir sin descuidar su característica de ciencia formal o exacta para lograr así un aprendizaje significativo (Novak & Govin, 1998).

## CONCLUSIONES

En la investigación se encontró que no existen diferencias significativas entre aquellos estudiantes que emplearon la mediación de la tecnología móvil con respecto a aquellos estudiantes que no utilizaron la mediación de la tecnología móvil para desarrollar la competencia de resolución de problemas con números enteros negativos. Sin embargo, la implementación de la estrategia pedagógica denominada ABP permitió mejorar el desempeño de los estudiantes en la competencia de resolución de problemas independiente del tipo de mediación empleada.

Por otro lado, se evidenció que la estrategia ABP mediada con tecnología móvil promueve el trabajo colaborativo, lo cual se manifestó en la formación de pequeños grupos de trabajo, apoyo mutuo, interdependencia positiva, interacción social cara a cara y la responsabilidad individual.

Todas estas condiciones fueron observadas en las bitácoras de los estudiantes.

El hecho de que los estudiantes resuelvan casos de su diario vivir, genera un sentido de identificación con el tema de la asignatura que están estudiando y al mismo tiempo se crea un estímulo para que éste desee aprender los conceptos de dicha asignatura. Esta situación se constituye en un aliciente para que los estudiantes participen activamente en las dinámicas de clase y deseen indagar sobre los aspectos que caracterizan a la temática, debido a que el estudiante le encuentra sentido y aplicabilidad a los temas que aprende.

De esta manera se encontró que no se generaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos experimental y control. El uso de la tecnología móvil en la enseñanza de las matemáticas, como mediación cognitiva para procurar un desarrollo de los procesos matemáticos, puede ser una valiosa alternativa para afianzar la técnica didáctica del ABP debido a que ésta estimula la curiosidad del estudiante y lo invita a la búsqueda rigurosa de los temas de la asignatura. Así mismo, promueve a que se conciba la matemática como una actividad que socialmente se debe compartir, estimulando un aprendizaje significativo.

Por otra parte, al analizar cada uno de los grupos internamente, el análisis de la varianza constató que los niveles de competencia en resolución de problemas aditivos con números enteros negativos posee diferencias significativas entre el pre-test y el post-test; esto es, que los estudiantes tanto en el grupo experimental uno como en los del grupo experimental dos presentaron calificaciones promedio superiores en la prueba final que en la inicial. Aunque en términos generales las calificaciones obtenidas en las pruebas fueron relativamente bajas, se puede establecer

que el nivel de competencias obtenido por los estudiantes (medido por el puntaje de calificación) a partir del trabajo con el ABP, incrementó en 10,65 puntos el rendimiento presentados en los estudiantes. Esta comparación al interior de cada grupo antes y después de la utilización de la estrategia pedagógica ABP con y sin mediación de la tecnología móvil, permitió identificar los avances en el desempeño de los niveles de competencia en resolución de problemas aditivos con números enteros negativos.

Finalmente, pese a que todos los estudiantes se mantuvieron bastante motivados por las características del proyecto, los estudiantes que

trabajaron sin la mediación de la tecnología móvil, en todo momento declararon su intención de querer trabajar con el "*Classemate*", pero esto no es suficiente evidencia para aseverar que la motivación es mayor con el uso de la tecnología móvil que sin ella. De allí que se establezca que la mediación tecnológica en los procesos de enseñanza-aprendizaje no garantiza per se transformaciones educativas, sin embargo se constituye en una herramienta para fomentar el aprendizaje colaborativo. 

## Referencias

- Amegan, S. (1993). *Para una pedagogía activa y creativa*. México: Trillas
- Baquero, R. (1997). *Vigotsky y el aprendizaje escolar*.
- Bonilla, E. & Rodríguez, P. (1997). *Más allá del dilema de los métodos*. Santafé de Bogotá-Colombia: Norma.
- Costa, A. (1984). *Mediating the metacognitive*
- Di Bernardo, J.J. & Di Bernardo, S. (2004). *Aprendizaje basado en problemas (ABP) en la de Bioquímica: sus beneficios cognoscitivos desde la autoevaluación*. En: <http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/com2004/8-Exactas/E-053.pdf>
- Domínguez, E. (2005). Análisis comparativo de tres modelos de aprendizaje: colaborativo virtual, colaborativo presencial y magistral. *La informática, las comunicaciones y la calidad de la educación*. Centro Interuniversitario de Desarrollo. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Santiago de Chile. 8, 355-369.
- Escudero, R. Llinás, H. Obeso, V. & Rojas, C. (2005) Influencia de la tecnología en el aprendizaje de Cálculo diferencial y estadística descriptiva. *Revista Zona Próxima*, 6, 94-105
- Gutiérrez, H. & De la Vara, R. (2004). *Análisis y diseño de experimentos*. México: Mc Graw Hill.
- López, S., Noriega, H. & Ospino, A. (2007). *El efecto del programa de formación de docentes "enseñando a pensar", en el conocimiento del contenido pedagógico y la práctica en la enseñanza de la geometría a través de la resolución de problemas*. [Tesis de Maestría no publicada]. Fundación Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia.
- López, L., Tamez R. & Lozano, A. (2007). *El aprendizaje móvil (m-learning) como herramienta para el desarrollo del análisis crítico en los alumnos de profesional*. Monterrey: Universidad Virtual del Tecnológico de Monterrey.
- McGuigan, F. (1996). *Psicología Experimental*. México: Trillas.
- Moursond, D. (2007). *Aprendizaje Basado en proyecto utilizando la tecnología de la información*. International Society for Technology in Education, 2da ed. Eugene – Oregon National Council Teachers Mathematics - NCTM, 1998). En <http://www.nctm.org/>
- Nieto, J. (2005), *Talleres de formación matemática*. Maracaibo resolución de problemas matemáticos. Capítulo I
- Novak, J. & Govin, D. (1998). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca.
- Pérez, C. (2005). *Métodos estadísticos avanzados con SPSS*. Madrid: Thomson.
- Piaget, J. (1978) . *La equilibración de las estructuras cognitivas*. Madrid: Siglo XXI.
- Vygotski, L. S. (1988). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. México: Crítica/Grijalbo.
- Zubiría, J. (1994). *Los modelos pedagógicos*. Santa fe de Bogotá: Fundación Alberto Merani.
- Zurita, G. & Nussbaum, M. (2005). A constructivist mobile learning environment supported by wireless handheld network. *Journal of Computer Assisted Learning* 20, p. 235–243.