

*M*emorias de las comunidades de práctica en investigación acción de AlACiMa:

Años académicos
2006-2007 y 2007-2008



Alianza para el Aprendizaje de
Ciencias y Matemáticas (AlACiMa)



Proyecto financiado por la
Fundación Nacional de las Ciencias

MEMORIAS DE LAS COMUNIDADES DE
PRÁCTICA EN INVESTIGACIÓN ACCIÓN DE
ALACiMa: AÑOS ACADÉMICOS
2006-2007 Y 2007-2008

Editores:

Antonia Rivera Rivera
Graciela Roig Casanova
Joel Hernández Bosch
Milagros Bravo Vick
Pascua Padró Collazo

Colaboradores:

Canny Bellido
Mary Annette Moreno
Mayra Martínez Plana
Keith Wayland

Agosto 2009



TABLA DE CONTENIDO

	Página
Introducción	
Descripción del contenido de las memorias 5 <i>Antonia Rivera Rivera</i>	5
Conceptuación de las Comunidades de Práctica en Investigación Acción 6 <i>Graciela Roig Casanova</i>	6
Recuento histórico de las Comunidades de Práctica en Investigación Acción 9 <i>Mary Annette Moreno</i>	9
Experiencia 1: Modelo enfocado en maestros en servicio	
Descripción del proceso de desarrollo de las comunidades de práctica en investigación acción en esta modalidad 16 <i>Antonia Rivera Rivera</i>	16
Investigaciones	
La comunidad de práctica como modalidad de desarrollo profesional de maestros en Investigación Acción, dirigido hacia el aprendizaje con entendimiento de conceptos científicos y matemáticos. Investigación educativa (2006-2007). 25 <i>Graciela Roig Casanova y Antonia Rivera Rivera, UPR- Humacao</i>	25
El laboratorio como estrategia para la comprensión de los conceptos relacionados con el transporte celular. Investigación en la sala de clase de biología de décimo grado, Escuela Superior Luis Muñoz Marín de Yabucoa (2006-2007). 40 <i>Carmen Ortiz Reyes y Antonia Rivera Rivera</i>	40
El trabajo colaborativo como estrategia que promueve el aprendizaje con entendimiento del concepto de separación de mezclas. Investigación en la sala de clase de ciencia de 5º grado, Escuela Dr. Víctor Rincón de Humacao (2006-2007). 50 <i>Ana G. Soto y Antonia Rivera Rivera</i>	50
Tutoría entre pares para promover aprendizaje con entendimiento. Investigación en la sala de clase de ciencia de 5º grado, Escuela S.U. Joaquín Parrilla de Patillas (2006-2007). 58 <i>Violeta Mariani Guevara y Antonia Rivera Rivera</i>	58
El fortalecimiento de la aplicación de las leyes de Newton a través de la experiencia de laboratorio. Investigación en la sala de clase de ciencia de 8º grado, Escuela Ramón Torres de Morovis (2007-2008). 67 <i>Gregoria Hernández Melecio y Mayra R. Martínez Plana</i>	67
El fortalecimiento de las destrezas de multiplicación a través del uso del juego. Investigación en la sala de clase de matemáticas de 7º grado, Escuela Ramón Torres de Morovis (2007-2008) 80 <i>Mildred Ortiz Martínez y Mayra R. Martínez Plana</i>	80

Reflexiones finales

Reflexiones del equipo de investigación educativa	
Zona de Humacao: <i>Graciela Roig Casanova y Antonia Rivera</i>	92
Zona de Río Piedras: <i>Mayra R. Martínez-Plana</i>	95
Reflexión de una maestra participante	
<i>Gregoria Hernández Melecio</i>	98

Afiches de investigaciones realizadas

Zona de Humacao: 2006-2007	
<i>Claribel Torres Rivera</i>	101
<i>Daisy Rodríguez Mejías</i>	102
<i>Joretssie Viera Ríos</i>	103
<i>Violeta Mariani Guevara</i>	104
<i>Luz E. Tolentino Ortiz</i>	105
<i>Carmen Ortiz Reyes</i>	106
<i>Dalila Morelles Rivera</i>	107
Zona de Humacao: 2007-2008	
<i>Dalila Morelles Rivera</i>	109
<i>Hilda L. Alicea Anaya</i>	110
<i>Magdalena Figueroa Montañez</i>	111
<i>María C. Dávila Colón</i>	112
<i>Vilma Rodríguez Navarro</i>	113
<i>Violeta Mariani Guevara</i>	114
<i>Wilson Coss Vázquez</i>	115
Zona de Río Piedras: 2007-2008	
<i>Gregoria Hernández Melecio</i>	117
<i>Mildred Ortiz Martínez</i>	118
<i>Carmen A. Delgado Castro</i>	119

Experiencia 2: Modelo enfocado en futuros maestros y maestros en servicio

Modelo de investigación acción como comunidad de aprendizaje entre profesores, maestros cooperadores y estudiantes futuros maestros para investigación educativa. El efecto de preguntas conceptuales y meta-cognitivas versus preguntas algorítmicas en el aprendizaje de matemáticas.....	121
<i>Carmen Bellido, Ph.D., Uroyoán Walker Ramos, Ph.D., Keith Wayland, Ph.D., UPR- Mayagüez</i>	
The art of asking thought provoking questions in the Mathematics Classroom	127
<i>Carmen Bellido, Ph.D., Uroyoán Walker Ramos, Ph.D., Keith Wayland, Ph.D., UPR- Mayagüez</i>	

Investigaciones

- El efecto de incluir preguntas conceptuales el aprendizaje de las matemáticas. 142
Rosalía Álvarez Ríos, Escuela Eugenio María de Hostos
- Proceso de análisis de error de Newman como estrategia meta cognitiva 149
Gregorio Ruíz, Escuela Eugenio María de Hostos
- Aprendizaje del concepto de congruencia de triángulos: Análisis de dificultades... 154
José F. Ocasio, Escuela Eugenio María de Hostos
- El efecto del uso de las bitácoras diagnósticas de aprendizaje en la sala de clases
versus métodos tradicionales en que los estudiantes documentan las clases. 160
Gustavo Santana, Escuela Eugenio María de Hostos
- Elaborando el pensamiento matemático: Resultados de la enseñanza en pares
bajo un marco de estrategias cognitiva. 164
Joaquín Segarra, Escuela Eugenio María de Hostos
- Aprendizaje del concepto de congruencia de triángulos: Análisis de dificultades. 170
Juan Alvarado Mateo, Eugenio María de Hostos
Keith Wayland, UPR-Mayagüez

Reflexión final

- Comunidad de investigación-acción multidisciplinaria para el aprendizaje de las
matemáticas..... 192
Canny Bellido y Keith Waylann, UPR-Mayaguez

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO DE LAS MEMORIAS

Antonia Rivera Rivera
Enlace de Investigación de AlACiMa, Zona de Humacao
Mayo de 2009

Este documento recoge las Memorias de las Comunidades de Práctica en Investigación Acción desarrolladas por AlACiMa durante los años 2006-2007 y 2008-2009. El repertorio incluye una introducción con la conceptualización de las comunidades de práctica en investigación acción por la doctora Graciela Roig y un recuento histórico del desarrollo de las mismas por la doctora Mary Annette Moreno. Luego incluye dos experiencias de comunidades de práctica desarrolladas por AlACiMa.

La primera, el modelo enfocado en maestros en servicio, donde la doctora Antonia Rivera Rivera describe el proceso de desarrollo de las comunidades de práctica en investigación de AlACiMa; se incluyen la investigación educativa de las doctoras Graciela Roig y Antonia Rivera; investigaciones de maestras, dos de la zona de Río Piedras y tres de la zona de Humacao; y dos reflexiones del equipo de investigación, una por la doctora Mayra Martínez – Plana de la zona de Río Piedras y otra por las doctoras Graciela Roig y Antonia Rivera de la zona de Humacao. Se incluye la reflexión de una de las maestras participantes Gregoria Hernández, de la zona de Río Piedras. En ese apartado se incluyen también los afiches presentados por todos los maestros participantes en los Congresos de Investigación (abril 2007 y 2008) y el Verano de Logros (junio 2008).

La segunda experiencia, el modelo enfocado en futuros maestros y maestros en servicio incluye las investigaciones de los doctores Canny Bellido y Keith Wayland y de los otros participantes del proyecto: R. Álvarez, J. Ocasio, G. Ruiz, G. Santana y J. Segarra.

Esperamos que este documento sirva para mostrar el trabajo realizado por AlACiMa con las comunidades de práctica en investigación acción y que el mismo sirva de experiencia a otros proyectos educativos que se quieran adentrar en este campo.

CONCEPTUACIÓN DE LA COMUNIDAD DE PRÁCTICA EN INVESTIGACIÓN ACCIÓN

Graciela Roig Casanova,
Enlace de Evaluación de AIACiMa, Zona de Humacao

El programa de desarrollo profesional de maestros implantado por AIACiMa esperaba un aprendizaje con entendimiento de los maestros participantes para que éstos, a su vez pudieran transferirlo a su sala de clase. El aprendizaje de ciencia y matemática requiere que los aprendices desarrollen entendimiento conceptual y procedimientos pedagógicos adecuados.

Comunidad de práctica

La comunidad de práctica de profesionales es una alternativa para crear un ambiente adecuado para aprender, reflexionar y profundizar sobre sus prácticas educativas y para mejorar el aprendizaje de sus estudiantes. Por otro lado, a través de la investigación acción, el maestro estudia problemas de aprendizaje de sus estudiantes en la sala de clase y puede hacer intervención, a base de sus hallazgos, para mejorar el aprendizaje de éstos. La investigación acción utiliza instrumentos de *assessment* para recoger información sobre el aprendizaje con entendimiento.

Una de las fortalezas de realizar este trabajo de investigación en una comunidad de práctica fue que las participantes sacaron el tiempo para diez reuniones de cinco horas para dedicarlas a este proyecto, cosa difícil de lograr generalmente. Las reflexiones en grupo, en pares e individualmente ayudaron a que se pudieran enfocar en el aprendizaje con entendimiento de los estudiantes. Muchas participantes indicaron que estas reflexiones le dieron la oportunidad de apoderarse del concepto de aprendizaje con entendimiento.

Aprendizaje con entendimiento

El aprendizaje de Ciencias y Matemáticas requiere que los aprendices desarrollen entendimiento conceptual a través de procedimientos adecuados (Bransford, Brown y Cocking, 2000). El *National Center for Improving Student Learning and Achievement in Mathematics and Science* (NCISLA/ *Mathematics and Science*) informa los resultados de muchos años de estudio en estos temas (Carpenter, Blanton, Cobb, Kaput, Franke y McClain, 2004). Ellos explican que para que los estudiantes aprendan con entendimiento los maestros deben de ayudarlos a que conecten el conocimiento nuevo con lo que ya conocen y construyan una estructura coherente. También deben promover el que los estudiantes pregunten y resuelvan problemas y que corroboren sus propias ideas y procedimientos, construyan relaciones entre conceptos e ideas, extiendan y apliquen conocimiento, justifiquen y expliquen lo que saben y se apropien de sus procesos de aprendizaje. Para que esto ocurra los maestros deben de reflexionar sobre las prácticas de enseñar y de esta forma descubren las más efectivas para sus estudiantes.

La comunidad de práctica creó el ambiente adecuado para que esto se pudiera lograr. El aprendizaje con entendimiento que logran los estudiantes depende en alguna medida de la profundidad con que sus maestros entienden los temas que enseñan. El revisar la literatura acerca de los problemas de aprendizaje en la sala de clase, les permitió a las maestras participantes el estudiar los conceptos de Ciencias, Matemáticas y prácticas educativas desde distintas perspectivas, muchas de ellas novedosas para ellos. Las maestras expresaron que esta experiencia fue muy valiosa para entender de forma más profunda conceptos de Ciencias y Matemáticas, según expuesto en las entrevistas individuales y grupales.

Investigación acción

Todas las maestras pudieron llevar a cabo una investigación acción en sus salas de clase y utilizaron instrumentos de *assessment* para recoger la información. Las participantes reportaron cambios de estrategias para mejorar el aprendizaje de sus estudiantes. Algunas de las personas que han aportado más al desarrollo del concepto de investigación en la sala de clases explican que en la investigación acción o investigación en la sala de clase se espera que el maestro realice intervención y cambios en la forma de enseñar ya que el objetivo principal es que se utilicen los hallazgos para mejorar el proceso de aprendizaje de los estudiantes (Cross y Harris-Steadman, 1996). Todas las participantes de la comunidad presentaron muestras de aprendizaje con entendimiento de sus estudiantes y un alza en las calificaciones de los estudiantes en sus presentaciones y en el informe final. Las maestras observaron el aprendizaje con entendimiento de conceptos científicos y matemáticos de sus estudiantes. Así lo demuestran los resultados de sus investigaciones

El apoyo que recibieron las maestras de sus pares y de todos los mentores fue una de las fortalezas mayores de esta modalidad para mejorar sus proyectos de investigación. Es muy difícil de reunir maestros de la misma disciplina de distintos niveles para reflexionar sobre sus prácticas educativas y también de maestros de los mismos niveles pero de ambas disciplinas, Ciencias y Matemáticas. La aportación de los mentores de disciplina fue valorada significativamente por las maestras. Algunas indicaron que corrigieron errores conceptuales en sus disciplinas o mejoraron la comprensión de algunos conceptos. La contribución de las mentoras de *assessment* y tecnología fue crucial en temas como rúbricas para medir aprendizaje con entendimiento de los estudiantes, manejo de programado para diseñar tablas y gráficas. Esto corrobora que la comunidad tuvo los elementos esenciales descritos por Wenger (1998, 2009) y otros investigadores (Lane y Wenger, 1991; Wenger, McDermott y Zinder, 2002) que han contribuido a la conceptualización de comunidad de práctica: interacciones colegiadas, de recursos que comparten una pasión, dominio o especialidad, de interacciones continuas en donde se crea un sentido de pertenencia y se logra aprendizaje en un contexto social con una perspectiva constructivista. Los participantes hacen mejor su trabajo por la interacción continua y por la negociación y renegociación del significado entre pares, algunos con más experiencias comparten sus conocimientos y experiencias, se piensa en el proceso de aprendizaje tanto de los estudiantes como el propio.

Referencias

- Bransford, J.D., Brown A.L. y Cocking, R.R. (2000). *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School*. Washington, DC: National Academy Press.
- Carpenter, T.P., Blanton, M.L., Cobb, P., Franke, M.L., Kaput, J., y McClain, K. (2004). *Scaling Up Innovative Practices in Mathematics and Science*, National Center for Improving Student Learning and Achievement in Mathematics and Science: Research Report.
- Cross, P.K. y Harris Steadman, M. (1996). *Classroom Research: Implementing the Scholarship of Teaching*. San Francisco: Jossey Bass.
- Lane, J. y Wenger, E. (1991). *Situated Learning. Legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Wenger, E. (1998). *Community of practice . Learning, meaning and identity*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Wenger, E., McDermott, R. y Snyder, W. M. (2002). *Cultivating communities of practice*. Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Wenger, E. (2009). *Communities of practice: A brief introduction*. Retrieved on March 20, 2009. <http://www.ewenger.com/theory/index.htm>

RECUESTO HISTÓRICO DE LAS COMUNIDADES DE PRÁCTICA EN INVESTIGACIÓN ACCIÓN

Mary Annette Moreno,
Líder del Equipo de Investigación Educativa de AlACiMa

Durante los últimos dos años del Proyecto *Alianza para el Aprendizaje de Ciencias y Matemáticas* (AlACiMa) (2005 al 2007), un grupo de maestros/as, futuros/as maestros/as, profesores/es y personal administrativo estuvieron involucrados en las *comunidades de práctica en investigación acción*. Las comunidades de práctica fueron utilizadas como modalidad de desarrollo profesional con el propósito de: 1) promover el desarrollo de investigaciones en la sala de clase, 2) profundizar el conocimiento de ciencias y matemáticas de sus integrantes y 3) mejorar las prácticas pedagógicas de maestros/as para promover el aprendizaje con entendimiento de sus estudiantes. Pero, ¿de dónde surge esta modalidad?, ¿cómo llega al subcomponente de Investigación Educativa (IE)?, ¿por qué fue utilizada para promover investigación acción?

Érase una vez... fue la frase que utilicé cuando compartí esta historia en el Encuentro de Comunidades de Práctica en Investigación Acción-Ciencias y Matemáticas, llevado a cabo el sábado 19 de abril de 2008 en la Universidad del Este, Recinto de Carolina, y del cual surgen estas Memorias. Con *Érase una vez...* recalco el carácter anecdótico de esta historia. No pretende este escrito ser un documento cargado de detalles específicos, definiciones o citas. Estos detalles, importantes en la historia, los encuentran en otras secciones de este documento y en las descripciones específicas de cada una de las comunidades de práctica presentadas en estas Memorias. Por su parte, este documento pretende contar la historia, desde mis recuerdos, de una *idea*, muchos *esfuerzos* y sus *logros*.

Antes de comenzar a discutir, es importante describir el componente general de Base de Conocimiento y la relación entre sus subcomponentes, ya que las comunidades de práctica en AlACiMa involucraron más de un subcomponente. El objetivo primordial del Proyecto AlACiMa fue mejorar el aprendizaje en ciencias y matemáticas de los estudiantes del sistema público de Puerto Rico. Uno de los componentes de AlACiMa lo fue el de Base de Conocimiento (BC), el cual tuvo a su cargo promover el desarrollo y la promoción de conocimientos educativos a través de la evaluación, el *assessment* y la investigación. Estas tres áreas fueron representadas por subcomponentes que, a pesar de tener objetivos específicos, trabajaron de manera interrelacionada con el propósito de desarrollar una base de conocimiento sobre el proyecto y su impacto en el sistema educativo.

Mensualmente, los líderes y enlaces de cada uno de los componentes de BC se reunían para discutir las tareas realizadas y programar las agendas futuras. Durante los primeros años de AlACiMa, el subcomponente de IE tuvo como una de sus funciones el promover la investigación de maestros en el salón de clases. En ese año utilizó estrategias tales como talleres grupales sobre investigación y apoyo individual a maestros/as en sus respectivas escuelas. Este tipo de intervención requirió un *esfuerzo* extraordinario de parte de los enlaces de IE, pero sin embargo no produjo la cantidad de trabajos investigativos esperados.

Por su parte, el subcomponente de *assessment*, en el cual me desempeñaba como enlace de la zona de Mayagüez, había comenzado a reunir maestros de K-3 con el propósito de capacitarlos en el uso del *assessment* para cotejar y promover el aprendizaje con entendimiento de los estudiantes. La Dra. María Aguirre, quien dirigía el subcomponente de *assessment* en ese momento, junto a sus enlaces, presentó la *idea* de incorporar y adaptar a los objetivos de AIACiMa los fundamentos esenciales de comunidades de práctica para utilizarlos como modalidad de desarrollo profesional en *assessment*. Durante dos años, el componente de *assessment* evidenció la efectividad de esta modalidad para mantener la asistencia de maestros/as constante (más de 50 maestros impactados), lograr que los maestros/as incorporaran el *assessment* como parte de sus estrategias pedagógicas (no sólo evaluativas) y cotejaran el aprendizaje con entendimiento de sus estudiantes a través del *assessment*.

Las comunidades de práctica en *assessment* se caracterizaron por el intercambio de conocimientos a base de necesidades e intereses comunes, las relaciones no jerárquicas y la apertura a la participación y a la diversidad de sus miembros. En estas comunidades los maestros/as comunicaban sus necesidades e intereses y aportaban sus experiencias y conocimientos, transferían sus aprendizajes a la sala de clases y compartían sus prácticas exitosas. Por su parte los enlaces de *assessment* apoyaban a los maestros/as en los procesos de diseño y selección de estrategias *assessment*, se informaban de las necesidades e intereses de los maestros/as, propiciaban su desarrollo profesional para que mejoraran sus prácticas y reforzaban continuamente la reflexión y el espíritu ético de la comunidad de práctica. Estas comunidades demostraron ser efectivas no sólo para mantener involucrados a maestros/as por el sentido de comunidad, sino que además fueron efectivas en evidenciar el aumento del uso del *assessment* como medio para promover aprendizaje y examinar el entendimiento del mismo en los estudiantes de los maestros/as participantes.

Las experiencias de ambos subcomponentes (*assessment* e investigación educativa) eran compartidas en las reuniones mensuales del componente de BC. Observamos cómo el interés de los maestros/as en comunidades de práctica aumentaba, mientras a pesar del extraordinario esfuerzo de los enlaces de IE, los maestros/as en investigación acción cada vez se les hacía más difícil completar sus proyectos.

Mensualmente los miembros de BC discutíamos problemáticas y alternativas para los tres subcomponentes. El componente discutió las posibles dificultades de los maestros/as para completar sus proyectos investigativos, a pesar de mostrar interés inicial. Entre éstas se encontraban el poco adiestramiento en investigación que poseían los maestros como parte de su preparación educativa y la falta de espacios para ventilar entre pares y con especialistas las problemáticas de sus salas de clase.

Muchas fueron las razones identificadas, pero entre las más significativas se encontraron la dificultad de adoptar los principios de investigación acción. Hemos sido educados en modelos de investigación científica por muchos años, y uno o dos talleres no parecían ser suficientes para que los maestros/as incorporaran la investigación acción a su práctica. Entendimos que se requiere de un seguimiento continuo para incorporar adecuadamente esta visión. Pensamos que la discusión mensual, acompañada de constante reflexión individual y de pares

sobre la práctica, podía ser más efectiva que las visitas individuales en las escuelas. Estas eran características de las comunidades de práctica llevadas a cabo por el subcomponente de *assessment*.

Otras dificultades fueron identificadas y discutidas, tales como espacios comunes para discutir problemáticas de la sala de clase, concepciones erróneas de conceptos matemáticos y científicos, conocimiento escaso de investigación y apoyo continuo en el proceso. Como parte de BC, estuve expuesta a las problemáticas de ambos subcomponentes y al asumir la coordinación de IE en el 2006, sugerimos (BC) incorporar la modalidad de comunidades de práctica a la capacitación de maestros/as en investigación acción.

Con esta experiencia de trasfondo, en agosto de 2006 la enlace de Humacao, Dra. Antonia Rivera, inicia valientemente el *esfuerzo* y adopta las comunidades de práctica para promover la investigación acción de maestros/as de su zona. Ese año la zona Humacao inicio las gestiones de promoción y reclutamiento. Esta comunidad fue facilitada por la Dra. Rivera, junto a la enlace del subcomponente de evaluación, la Dra. Graciela Roig. Las compañeras, junto a los miembros de la comunidad, establecieron un plan que culminó en alrededor de 10 reuniones formales dedicadas a compartir los fundamentos básicos de las comunidades de práctica, establecer la comunidad con sus metas específicas (las cuales incluyeron el desarrollo de una investigación acción y evidenciar el aprendizaje con entendimiento de sus estudiantes a través del *assessment*) y completar dichas metas. Además, se realizaron reuniones informales adicionales para completar aspectos relacionados a la redacción de los informes de investigación y las presentaciones de los resultados en el Congreso de Investigación Acción del Proyecto AIACiMa. Los detalles del desarrollo histórico de las comunidades de práctica en investigación acción de Humacao se encuentra en el documento “*Descripción del proceso de desarrollo de las comunidades de práctica en investigación acción en esta modalidad*”, incluido en la recopilación de estas memorias.

Esta comunidad incorporó de manera emergente, y como resultado de las necesidades de sus participantes, otros facilitadores en el área de contenido y *assessment*. Estos facilitadores se convirtieron en participantes activos en las comunidades de práctica, incorporándose a los fundamentos básicos de la comunidad.

Con el propósito de explorar la efectividad de esta modalidad como forma de desarrollo profesional en investigación acción, las doctoras Rivera y Roig, a su vez se convirtieron en investigadoras sobre la comunidad de práctica. Los objetivos específicos de esta investigación fueron: 1) determinar si la comunidad de práctica promovía el que los maestros investigaran en su sala de clase el aprendizaje con entendimiento en ciencias y matemáticas y 2) evaluar la comunidad de práctica como modalidad de desarrollo profesional en investigación acción. De esta manera las comunidades de práctica no sólo fueron promotoras de la investigación de maestros/as en la sala de clase, sino que a su vez fueron objeto de investigación. Las facilitadoras fueron recursos e investigadoras, modelando la investigación acción.

Simultáneamente, en la zona de Mayagüez, los doctores Canny Bellido y Keith Wayland, junto a compañeros/as de la facultad del Recinto Universitario de Mayagüez, organizaron una comunidad de práctica en investigación en la sala de clase. Esta comunidad compartió los fundamentos básicos de las comunidades de práctica ya discutidos, pero con unas particularidades distintas en términos de cantidad de miembros y temática de la comunidad. Utilizando un enfoque multidisciplinario, la comunidad de práctica de Mayagüez estuvo compuesta profesores universitarios, maestros cooperadores de matemáticas y futuros maestros. Luego, incorporaron otros facultativos en áreas de contenido. Su número de miembros fue más reducido, pero sus reuniones fueron más seguidas. Esta comunidad se reunió bisemanalmente, con un programa intensivo de estudio pedagógico, contenidos, la práctica docente y el aprendizaje estudiantil. El detalle del desarrollo de esta comunidad se encuentra en otra de las secciones incluidas en estas memorias.

Para el año 2007, utilizando la experiencia de la comunidad de práctica de Humacao, se desarrollo una propuesta de trabajo formal que incluyó la creación de comunidades de práctica en investigación simultáneas en Humacao y Río Piedras. Se estableció oficialmente que las comunidades de práctica serían la modalidad de desarrollo profesional en investigación acción para maestros de ciencias y matemáticas de estas zonas.

Esta propuesta estableció que las comunidades atendían el objetivo 3.2 del proyecto AlACiMa, que indica: “(3.2) Se establece una agenda de investigación en C&M a nivel Isla que conlleva la participación de una considerable cantidad de maestros en proyectos de inquirir sistemático para incorporar los hallazgos acerca de la ejecutoria basada en el *assessment* de los estudiantes como fundamento para determinar efectividad a través de la comparación entre métodos y prácticas educativas particulares y tomar decisiones acerca del alcance del aprendizaje cognoscitivo entre estudiantes, y el impacto curricular.

Ambas comunidades compartieron el propósito común de promover que maestros de ciencias y matemáticas utilizaran la investigación acción en sus salas de clases. Dado el contexto del proyecto AlACiMa, los participantes de las comunidades de práctica realizarían investigaciones en las áreas de ciencias y matemáticas, debían estar diseñadas focalizando en promover aprendizaje con entendimiento de dichas materias en los estudiantes y utilizar el *assessment* para evidenciar dicho aprendizaje. De esta manera se garantizó que se atendieran aspectos relacionados con contenido científico y matemático y prácticas educativas que focalizaran en el uso del *assessment* para promover y evidenciar aprendizaje con entendimiento.

Los objetivos específicos que compartieron estas comunidades relacionados a las destrezas de investigación acción fueron que los maestros:

1. identificaran áreas de necesidad en investigación relacionadas a sus prácticas educativas o necesidades de contenido en sus materias
2. diseñaran una investigación acción para atender las áreas de necesidad identificadas
3. completaran una investigación acción.

Como resultado de la experiencia en investigación acción se esperaba que los participantes de las comunidades de práctica en investigación acción lograran profundizar su conocimiento en los contenidos utilizados en sus investigaciones y promover el aprendizaje con entendimiento de sus estudiantes. Como *valor añadido* las comunidades de práctica en investigación proveyeron evidencia del aprendizaje con entendimiento de estudiantes, para ser utilizado por el sub-componente de *assessment*.

Se estableció de manera oficial que la comunidad estaría a cargo principalmente del enlace de IE, en colaboración con los enlace de *assessment* y capacitadores de ciencias y matemáticas. Se estableció un procedimiento uniforme para ambas comunidades en el cuál el enlace de IE debía coordinar con los enlaces de contenido y de *assessment* de su zona el momento en que sería necesario incorporarlos a las capacitaciones. Además, cotejaría y daría seguimiento a los trabajos de los maestros participantes entre una reunión de capacitación a otra.

Se establecieron las funciones de los colaboradores. La función de los capacitadores de contenido fue cotejar, clarificar y asegurar que el contenido científico y matemático de las investigaciones fuera adecuado. La función del enlace de *assessment* fue cotejar las estrategias de *assessment* que se utilizaron en las investigaciones y sus respectivas técnicas de evaluación. De las estrategias de *assessment* se obtuvieron las muestras de aprendizaje estudiantil de maestros participantes en las comunidades.

Estas comunidades siguieron el formato de la primera comunidad en Humacao que consistió de 10 reuniones con temas relacionados al sentido de comunidad, el desarrollo de una investigación acción y el uso del *assessment* para evidenciar el aprendizaje con entendimiento de los estudiantes. Al igual que el primer año, reuniones adicionales fueron requeridas para darle continuidad a los informes finales y las presentaciones de resultados.

La zona de Mayagüez, por su parte, continuó con su modalidad, añadiendo miembros a la misma. Sin embargo, al aumentar el número de miembros, se dificultó el seguimiento continuo (bisemanal) debido a la dificultad de espacios comunes en mayor número de agendas. Esta comunidad se enfocó entonces en la redacción y divulgación de la experiencia. Los detalles de estos procesos y las recomendaciones de esta comunidad para aquellos interesados en comunidades de práctica siguiendo esta modalidad (profesor-maestro-estudiante) se encuentra en el documento que describe esta intervención.

Este recuento finaliza con el Encuentro de Comunidades de Práctica en Investigación Acción-Ciencias y Matemáticas, llevado a cabo el sábado 19 de abril de 2008 en la Universidad del Este, Recinto de Carolina. En este encuentro presentamos esta historia, la *idea* generadora, la descripción del *esfuerzo* de facilitadores y maestros/as en sus procesos de generar investigación acción y los *logros* obtenidos por la comunidad. En esta actividad se presentaron los fundamentos básicos de las comunidades de práctica AIACiMeñas, los trabajos de maestros/as y la discusión de un panel. Este panel discutió las ventajas y desventajas de las comunidades de práctica como modalidad de desarrollo profesional de maestros/as. El mismo estuvo integrado por administradores y facilitadores de comunidades.

En fin, he tratado de contar el desarrollo de la *idea* entusiasta de la Dra. Aguirre y su equipo de trabajo en *assessment* quienes nos sirvieron de modelo y capacitaron para esta tarea. El *esfuerzo* incalculable de las facilitadoras de las comunidades (las doctoras Rivera, Roig, Martínez, Bellido y el doctor Wayland), junto a los facilitadores de contenido y *assessment*. Y finalmente, lo más importante, el *logro* de todos los maestros/as que participaron en estas comunidades, su desarrollo profesional y el impacto en sus estudiantes. A través de estas memorias los maestros/as comparten con nosotros su proceso de examinar y reflexionar sobre sus prácticas educativas, su efectividad transmitiendo conocimiento científico y matemático y sus acciones investigativas. Investigaciones guiadas a reflexionar y profundizar sobre el aprendizaje de ciencias y matemáticas de sus estudiantes. De estos logros incluimos algunos ejemplos en estas memorias. Porque *Érase una vez....*

Experiencia 1:

**Modelo enfocado en
maestros en servicio**

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE DESARROLLO DE LAS COMUNIDADES DE PRÁCTICA EN INVESTIGACIÓN ACCIÓN

Antonia Rivera Rivera

Enlace de Investigación de AlACiMa, Zona de Humacao

El Proyecto AlACiMa instituyó como uno de sus objetivos el establecer *una agenda de investigación en ciencias y matemáticas a nivel Isla que conlleva la participación de maestros en proyectos de inquirir sistemático que incorpora los hallazgos acerca del aprendizaje con entendimiento de los estudiantes, examinado mediante el assessment para determinar la efectividad de métodos y prácticas educativas particulares y tomar decisiones acerca del aprendizaje estudiantil y el currículo*. Cuando se organizó el Proyecto uno de los componentes del área de Base de Conocimientos fue el de Investigación Acción. Dicho componente estuvo dirigido por la Dra. Ana Helvia Quintero.

Durante el año académico 2005-2006, esta investigadora servía de enlace de investigación en la zona de Humacao. En febrero de 2005, se había integrado al Proyecto AlACiMa, conocía su filosofía y estaba en condiciones de propiciar investigaciones de maestros en la sala de clase. En la zona de Humacao se habían recibido en el año 2004-2005 tres pre-propuestas de investigación de una escuela elemental rural de Maunabo, que se empezaron a apoyar desde el nivel central del componente de investigación. Además una maestra de una escuela superior de Fajardo había presentado una pre-propuesta que llegó a manos del enlace de investigación en mayo de 2005.

El componente de investigación decidió que, en lugar de promover investigaciones individuales, se escogiera una escuela donde se promovieran investigaciones y donde el enlace de investigación realizara una investigación educativa sobre la experiencia. Dado que en la escuela elemental de Maunabo había tres maestras interesadas, se decidió seleccionar dicha escuela. No obstante, se le daría seguimiento individual a la pre-propuesta de Fajardo.

Sin embargo, en septiembre de 2005, el componente de Preparación, Certificación e Inducción (PCI) de AlACiMa auspició un taller de investigación acción en Caguas, donde se invitaron a maestros de todas las zonas. PCI había decidido que ese año dirigiría sus esfuerzos en la investigación en la sala de clases. Ese taller lo ofreció el componente de Investigación Educativa (IE) y como resultado, los enlaces de investigación debían dar seguimiento a las investigaciones de los maestros de su zona. De ese taller surgieron varias propuestas de investigación de la zona de Humacao: dos en San Lorenzo (intermedia y superior), y una de escuela elemental de Loíza en la que se integraban cuatro maestras. A esas propuestas el enlace de investigación también les dio seguimiento.

En octubre de 2005 el enlace de investigación de Humacao ofreció un taller de investigación acción en la escuela de Maunabo donde participó toda la facultad de la escuela (13 maestros) y los estudiantes recursos auxiliares (16) de la zona que se suponía se integrarían a los proyectos de investigación con los maestros. El taller de la escuela de Maunabo fue exitoso.

La directora concedió el día para desarrollo profesional y los maestros trabajaron en la pre-propuesta individualmente y en parejas, ya que algunos no interesaban investigar pero estaban dispuestos a ayudar a otros.

Como resultado en la zona de Humacao catorce maestros iniciaron el desarrollo de sus propuestas de investigación: seis provenientes de PCI (tres propuestas) y ocho provenientes del componente de IE, siete de ellas de la Escuela de Maunabo. Sin embargo, no se pudo coordinar ningún otro taller en grupo en esa escuela. El enlace de investigación se tenía que reunir individualmente con los maestros en su hora de desarrollo profesional, con cita previa y luego de llegar a la escuela, cambios de horario por ausencias de otros maestros, o si el maestro se encontraba agobiado de trabajo, se cancelaba la cita en la misma escuela. Hubo dos ocasiones en que la investigadora sacó todo el día para reuniones y sólo pudo reunirse con una maestra. Los maestros recibieron recomendaciones por escrito y no se pudo coordinar ninguna otra reunión. Las maestras no contaban con correo electrónico y la única forma de comunicación fue por teléfono. De esta escuela sólo una maestra terminó la investigación pese a que se ofrecieron \$300 en materiales y \$200 de compensación al finalizar la investigación. El seguimiento fue pues individual, personalmente, en la escuela y por teléfono. Con la maestra de Fajardo fue más difícil reunirse pues los horarios no coincidían con los de la enlace ya que estaba estudiando su maestría y tenía múltiples compromisos familiares y personales. El asesoramiento fue también personalmente, en las actividades de AlACiMa en la UPRH, en un centro comercial de Humacao y por teléfono.

Las maestras de Loíza fueron visitadas en dos ocasiones en la escuela. Una de ellas tenía correo electrónico y la comunicación fue muy frecuente. Las maestras de San Lorenzo fueron visitadas en sus respectivas escuelas en varias ocasiones. Una tenía correo electrónico pero la otra no y la comunicación fue muy difícil pues se trataba de una escuela rural, en ruta a Patillas.

En abril de 2006, como enlace de investigación, ésta que suscribe, ofreció un taller sobre presentación de datos en la UPRH en el que participaron seis de las ocho maestras para trabajar en sus informes orales y escritos para el Congreso de Investigación que se celebraría a finales de ese mes. La experiencia fue muy enriquecedora porque se conocieron y además de trabajar en su presentación, se ayudaron unas a otras. La zona de Humacao finalizó con cinco propuestas, presentadas y publicadas, tres de PCI y dos de IE. El esfuerzo realizado y el tiempo invertido fueron tan grandes y los resultados tan escasos que el enlace de investigación renunció.

En el año académico 2006-2007 el componente de IE se reorganizó y la doctora Mary Annette Moreno, nueva líder del componente, recomendó que se trabajaran los proyectos de investigación acción a través de las comunidades de práctica. Recomendaba también que se realizara una investigación educativa sobre esa modalidad como desarrollo profesional.

Fue así como esta investigadora decidió utilizar la comunidad de práctica para involucrar a los maestros de la zona de Humacao a investigar en su sala de clases. A la misma vez, junto a la doctora Graciela Roig, enlace de evaluación de la zona de Humacao, se consideró como una

gran oportunidad el estudiar si la comunidad de práctica era la modalidad que permitía a los maestros aprender a realizar investigaciones sobre el proceso de aprendizaje con entendimiento de ciencias y matemáticas de sus estudiantes. Ese año, por tanto, se desarrolló la comunidad de práctica en investigación acción y a la vez se realiza una investigación educativa. Para dividir las tareas, esta investigadora se hizo cargo del desarrollo de la comunidad y la doctora Roig, enlace de evaluación, asumió el rol de investigadora principal en la investigación educativa.

La investigación educativa diseñada tuvo dos objetivos:

1. Determinar si la comunidad de práctica promovía el que los maestros investigaran en su sala de clase el aprendizaje con entendimiento en ciencias y matemáticas
2. Evaluar la comunidad de práctica como modalidad de desarrollo profesional en investigación acción.

Para lograr estos objetivos se hizo una extensa revisión bibliográfica que incluyó los temas de aprendizaje con entendimiento, el desarrollo profesional de maestros, la comunidad de práctica de profesionales educadores, las estrategias de *assessment* y la investigación acción, entre otros. Así se desarrolló la comunidad de práctica de la zona de Humacao con estas dos preguntas guías:

- ¿Cuál es el efecto de la participación de maestras en una Comunidad de Práctica en Investigación en la sala de clases?:
 - ¿en completar el proyecto de investigación?
 - ¿en estudiar el aprendizaje con entendimiento en Ciencias y Matemáticas de sus estudiantes como tópico de su estudio?
- ¿Será la comunidad de práctica una modalidad adecuada para el desarrollo profesional de los maestros en investigación acción?

En cuanto a la metodología de la investigación educativa se trató de un estudio de caso-educativo que utilizó como instrumentos de recopilación de datos la observación, hojas de reflexión individuales, una bitácora y entrevistas individuales y grupales.

Para iniciar la comunidad de práctica esta investigadora preparó una carta invitación y una hoja de solicitud que envió a todas las escuelas participantes del Proyecto AIACiMa de la zona de Humacao durante las primeras dos semanas de octubre. Además, se preparó un opúsculo de divulgación/ orientación sobre la comunidad de práctica en investigación. Se identificaban, a su vez, los compromisos contraídos por ambas partes: AIACiMa y los maestros participantes. Cada maestro se comprometía a asistir a diez reuniones, preparar una propuesta de investigación, realizar la misma y escribir y presentar los resultados de la misma. AIACiMa se comprometía a pagar una compensación de 50 dólares por reunión,

publicar los resultados de las investigaciones y otorgar un certificado de participación en los talleres.

Esta investigadora preparó un plan que incluía talleres de trabajo distribuidos en diez reuniones, el protocolo y las logísticas de las mismas. Cada reunión tendría una hoja de asistencia, una agenda, una reflexión para iniciarlas, presentación electrónica, lecturas, hojas de trabajo y una hoja de evaluación.

La comunidad de práctica estuvo integrada por diez maestras de cinco escuelas del proyecto AIACiMa de la zona de Humacao. Estas fueron dos escuelas elementales rurales en Humacao, una escuela intermedia urbana en San Lorenzo, una Segunda Unidad en Patillas y una escuela superior en Yabucoa. Nueve de las maestras tenían Bachillerato y una tenía Maestría. Tres enseñaban biología, dos ciencias, una español y matemáticas, dos todo menos inglés, una inglés y otra era maestra bibliotecaria. Seis daban clase a nivel elemental, dos a nivel intermedio y dos a nivel superior. Tras promocionar la comunidad de práctica en la zona estas maestras decidieron integrarse y mantenerse en la misma.

Las maestras se comunicaban muy frecuentemente con esta investigadora vía correo electrónico y teléfono. La comunidad de práctica tuvo el apoyo de otros profesionales que asistieron a una o dos reuniones y ofrecieron asesoría. Así, los enlaces de ciencias y matemáticas de la zona de Humacao, Dr. Félix Castrodad y el Prof. Marcelino Hernández, respectivamente, asistieron a las reuniones de formulación del problema, del diseño de la investigación y revisaron todas las propuestas. En el tema de *assessment* se contó con la Dra. María Aguirre en tres reuniones para discutir el *assessment* del aprendizaje con entendimiento, la Dra. Blanca Borges ofreció un taller sobre rúbricas y la Prof. Migna Meléndez, enlace de *assessment* de la zona de Humacao, se integró en las últimas reuniones para cotejar los trabajos. La doctora Lucy Gaspar asistió a la tercera reunión y asesoró a las maestras en el proceso de definición del problema de investigación. También se contó con el asesoramiento en tecnología de la Prof. Evelyn Velásquez de la UPRH, para el análisis y presentación de datos y con la Dra. Imar Mansilla Rivera, de la Escuela de Salud Pública del Recinto de Ciencias Médicas de la UPR, quien revisó antes del Congreso de Investigación las presentaciones orales de las investigadoras y las dos maestras. Asistieron a dos reuniones y colaboraron en las entrevistas individuales finales, las doctoras Mary A. Moreno y la Dra. Mayra Martínez Plana, enlace de investigación de la zona de Río Piedras. Además, la doctora Graciela Roig, investigadora principal, asistió a todas las reuniones y leyó todas las propuestas haciendo recomendaciones de cambios para mejorar las mismas. En fin, que el éxito del proyecto se debió al compromiso de las maestras participantes y al apoyo de los enlaces de ciencia, matemática, *assessment* y evaluación de la Zona de Humacao y de los Componentes de Investigación y *Assessment* de AIACiMa.

Al finalizar cada una de las nueve primeras reuniones, se repartía una hoja de evaluación para cotejar las necesidades expresadas por las maestras. Una vez analizadas las hojas de evaluación de cada reunión, las dos investigadoras determinaban lo que las participantes requerían para la mejor comprensión de los conceptos y el desarrollo de la investigación y se incorporaban cambios a la agenda de la próxima reunión. En tres reuniones se les solicitaron

reflexiones individuales escritas y las maestras fueron entrevistadas en un grupo focal y en entrevista individual sobre su experiencia en la última reunión.

Las maestras se reunieron en diez ocasiones, en días, horas y lugares escogidos por ellas mismas. Visitamos y nos reunimos en las cinco escuelas. Dado los múltiples compromisos que tenían, la mayoría de las veces lo hicimos en días festivos, en sesiones de cinco horas. Se discutieron los siguientes temas: comunidad de práctica, investigación acción y sus diferencias con la investigación tradicional, pasos de la investigación, revisión bibliográfica y taller sobre uso de bases de datos para realizarla; estrategias de *assessment* y sus rúbricas, análisis y presentación de datos y redacción del informe de investigación. Las diez maestras participantes, redactaron una propuesta de investigación, realizaron la misma en su sala de clase, recopilaron y analizaron sus datos y presentaron sus resultados en el Congreso de Investigación llevado a cabo el 21 de abril de 2007. A continuación la lista de los temas presentados, las primeras dos en presentación oral y las otras en cartel.

Participante	Escuela/ Municipio	Nivel/ Materia	Título Investigación
Violeta Mariani Guevara	Escuela Joaquín R. Parrilla/ Patillas	4-6 Cs.	El uso de la tutoría entre pares para promover aprendizaje con entendimiento en los conceptos de mezclas, mezclas homogéneas y heterogéneas en estudiantes de quinto grado.
Claribel Torres	Escuela Luís Muñoz Marín/ Yabucoa	10-12 Cs.	El portafolio como estrategia de enseñanza para el desarrollo de niveles altos de pensamiento en el estudio del ambiente acuático en estudiantes de cuarto año.
Nayda I. Morales	Escuela Antonio Rosa Guzmán/ Humacao	K-3 Cs.	Estrategias de enseñanza para promover reflexión y motivar participación activa para re-usar y separar materiales reciclables en los estudiantes de segundo grado.
Joretssie Viera Ríos	Escuela Antonio Rosa Guzmán/ Humacao	K-3 Mate.	El uso de las matemáticas como método para la presentación en la clase de inglés en segundo grado.
Luz E. Tolentino Ortiz	Escuela Víctor Rincón/ Humacao	K-3 Cs.	El trabajo cooperativo como estrategia que promueve aprendizaje con entendimiento del concepto de luz a estudiantes de tercer grado.
Ana G. Soto Díaz	Escuela Víctor Rincón/ Humacao	4-6 Cs.	El trabajo colaborativo y el aprendizaje con entendimiento del concepto de separación de mezclas en estudiantes de quinto grado.
Carmen Ortiz Reyes	Escuela Luís Muñoz Marín/ Yabucoa	10-12 Cs.	El laboratorio como estrategia para la comprensión de los conceptos relacionados al transporte celular entre los estudiantes de décimo grado.
Daisy Rodríguez Mojica	Escuela Generoso Morales Muñoz/ San Lorenzo	7-9 Mate.	Uso de manipulativos para desarrollar aprendizaje con entendimiento del concepto multiplicación en estudiantes de pre-vocacional de educación especial.
Dalila Morelles	Escuela Joaquín R. Parrilla/ Patillas	7-9 Cs.	El desarrollo del pensamiento científico a través de análisis de situaciones y problemas con el concepto de relaciones ecológicas en estudiantes de séptimo grado.
María C. Dávila	Escuela Joaquín R. Parrilla/ Patillas	K-3/ Cs.	El aprendizaje con entendimiento de conceptos de materia y sus propiedades físicas en estudiantes de primer grado.

Las investigaciones en la sala de clase de esta comunidad de práctica se caracterizaron por su diversidad. Diferentes niveles, grados, materias, temas y conceptos desarrollados y población estudiada. La diversidad de esta comunidad de práctica también se demuestra en la profundidad de las investigaciones realizadas, unas son más que las otras. Pero eso es lo característico de las comunidades de práctica. Todos los miembros se sienten y actúan como recursos valiosos, independiente de que haya unos más talentosos que otros. Esta comunidad de práctica reunió todos los elementos que comprenden las características de las comunidades de práctica: el ambiente, las metas y objetivos, los que la componen, la duración, los compromisos y los procesos.

Los resultados de la investigación también se presentaron el 21 de abril de 2007 en el Segundo Congreso de Investigación Educativa en el Hotel Sheraton de San Juan, Puerto Rico. La sesión plenaria que inauguró el evento fue la presentación del trabajo de investigación de la doctora Graciela Roig y esta que suscribe: *La comunidad de práctica como modalidad de desarrollo profesional en investigación acción para el aprendizaje de conceptos científicos y matemáticos*.

Los resultados de esta experiencia han sido publicados en **El Sol**, Revista Oficial de la Asociación de Maestros de Puerto Rico, Año L, Núm. 1, 2007-2008. Las investigadoras también escribieron un capítulo para el libro sobre la *Evaluación de Programas Educativos* que publicará AIACiMa, con el título de *La investigación acción como estrategia de evaluación de programas o proyectos*. El pasado mes de enero sometieron un escrito para la edición de verano 2009 para *Action in Teacher Education*, bajo el título *Teacher Reflectivity in a Community of Practice Focusing on Classroom Research to Improve Learning with Understanding in Students* (no fue publicado). Además, ofrecieron una conferencia sobre su experiencia en la Universidad de Puerto Rico en Humacao el jueves, 1 de mayo de 2008, con motivo de la Semana de la Educación.

El perfil modal es el sujeto típico de la investigación tomando en cuenta la moda, es decir, la medida estadística que refleja la categoría más frecuente entre las características socio-demográficas. En este estudio se trataba de una mujer entre 46-55 años, residente en la región sureste del país, con una preparación académica de bachillerato y con especialidad en Educación Elemental que enseña la materia de ciencia a nivel elemental y tiene una práctica de 26 a 30 años de servicio.

Las diez maestras que constituyeron la comunidad de práctica prepararon propuestas, informaron los resultados de sus investigaciones en presentación oral o afiche y cuatro de ellas redactaron informes finales de investigación. Ocho investigaciones se hicieron sobre aprendizaje con entendimiento de ciencias y matemáticas. Dos investigaciones se hicieron utilizando las matemáticas y las ciencias para promover el aprendizaje de otros conocimientos, destrezas y actitudes para la formación de un aprendiz integral.

Las reuniones de esta comunidad de práctica también contienen los elementos de una Capacitación Efectiva con Seguimiento desarrolladas por AIACiMa. Estos son: explorar conocimiento previo, satisfacer las necesidades de contenido, definir objetivos y temas,

modelar el inquirir, periodos de reflexión durante toda la capacitación y distribución efectiva del tiempo. Además, promover la discusión acerca de lo aprendido, variedad de estrategias, ambiente colegiado, diseñar capacitación integrando los cuatro ambientes, seguimiento negociado y dominio y peritaje del contenido. Por último, promover la participación activa, actividades que usen materiales de fácil acceso, ambiente de respeto, recoger evidencia de aprendizaje con entendimiento, integración del contenido de ciencias y matemáticas y capacitación que promueve diversidad e integración de conceptos científicos y matemáticos.

Concluimos, por tanto, que la comunidad de práctica era una modalidad de desarrollo profesional en investigación acción. Hicimos pues varias recomendaciones al Proyecto AlACiMa:

- Continuar con las comunidades de práctica como modalidad de desarrollo profesional en investigación acción.
- Iniciar el reclutamiento de miembros desde comienzos del semestre para que haya mayor tiempo en la elaboración de la propuesta.
- Constituir equipos de trabajo entre especialistas en disciplina de ciencias y matemáticas y enlaces de investigación para las comunidades de práctica.
- Aunque las visitas a la escuela fueron una buena experiencia para desarrollar amistad, conocerse mejor e integrar más a los miembros de la comunidad, la realidad es que los maestros adelantaron más en su trabajo cuando tuvieron acceso a las computadoras en la UPRH.

Como resultado de ello, el Componente de Investigación de AlACiMa recomendó continuar la práctica el siguiente año en todas las zonas. Durante el año académico 2007-2008 se revisaron los documentos utilizados el año anterior para implantar las comunidades de práctica en la zona de Humacao y Río Piedras. Estos fueron: carta invitación, hoja de solicitud, opúsculo de orientación, plan de trabajo, agenda y presentaciones de las reuniones y hoja de evaluación. La doctora Mayra Martínez-Plana estaría a cargo de la comunidad de práctica de Río Piedras y esta investigadora de la de Humacao. Se decidió que cada enlace tendría asignado un recurso auxiliar, un enlace de ciencia, un enlace de matemáticas y los enlaces de *assessment* que participarían de algunas reuniones. Ambas comunidades se reunirían en la misma fecha. Ambas zonas procedieron a invitar a los maestros a participar y aunque a principios se interesaron unos diez en cada zona, al final sólo permanecieron cuatro en Río Piedras y siete en Humacao. A Río Piedras le integraron un enlace de matemática y un recurso auxiliar para colaborar con la Dra. Martínez-Plana. Al equipo de Humacao se le asignó un enlace de ciencia, uno de matemáticas y un recurso auxiliar. La doctora Martínez-Plana reflexiona más adelante sobre su experiencia.

Durante ese año confrontamos varias limitaciones en la zona de Humacao. Aunque estaba contemplada la participación de los recursos de *assessment*, el enlace sólo pudo participar de un taller y no se contó con su ayuda para el diseño de instrumentos o análisis de los datos,

contrario al año anterior. Tampoco contamos con la ayuda de la Dra. Roig, co-investigadora que participó de la comunidad el año anterior, aunque dirigió la segunda reunión de la comunidad de práctica cuando esta investigadora tuvo que atender asuntos familiares urgentes fuera del país. Además, la persona contratada como enlace de ciencia abandonó su tarea en el mes de febrero. Ese mismo mes, los maestros del sistema educativo se fueron a la huelga provocando atrasos en la recopilación de datos y creando ambientes de trabajo hostiles para los maestros que no se unieron al conflicto. Eso requirió tiempo y energías de la comunidad de práctica para atender esa situación. Pese a las limitaciones los maestros participantes lograron finalizar sus proyectos de investigación y presentar sus resultados preliminares en el Congreso de Investigación llevado a cabo en el mes de abril en la Universidad del Este y sus resultados finales en el Verano de Logros de AIACiMa en Guaynabo durante la primera semana de junio de 2008. Al igual que en la experiencia anterior, sólo tres de los siete maestros redactaron el informe final de investigación. Los maestros participantes en esta comunidad y las investigaciones realizadas se incluyen en la tabla que sigue.

Participante	Escuela/ Municipio	Nivel Materia	Título Investigación
Magdalena Figuroa Montañez	Escuela María Cruz Buitrago/ San Lorenzo	10-12 Química	El uso del despejo de ecuaciones matemáticas para solucionar problemas de química bajo el tema leyes de gases con los estudiantes de undécimo grado.
Dalila Morelles Rivera	Escuela Joaquín R. Parrilla/ Patillas	7-9 Ciencia	El uso del trabajo cooperativo para desarrollar aprendizaje con entendimiento de los conceptos de mezcla homogénea y heterogénea en los jóvenes de octavo grado.
Hilda Alicea Anaya	Escuela Beatriz Rodríguez/ Arroyo	4-6 Mate.	El aprendizaje con entendimiento de problemas verbales de matemáticas utilizando diversas estrategias en estudiantes de quinto grado.
Violeta Mariani Guevara	Escuela Joaquín R. Parrilla/ Patillas	4-6 Ciencia	El uso de la estrategia de juegos simulados para promover aprendizaje con entendimiento de los conceptos separación de mezclas en estudiantes de quinto grado.
Wilson Coss Vázquez	Escuela Milagros Marcano/ Las Piedras	4-6 Ciencia	El uso de manipulativos para el aprendizaje con entendimiento del concepto volumen en estudiantes de quinto grado.
María C. Dávila Colón	Escuela Joaquín R. Parrilla/ Patillas	K-3 Ciencia	El uso del mapa pictográfico para el aprendizaje con entendimiento de los conceptos seres vivos y no vivos en estudiantes de primer grado.
Vilma Rodríguez Navarro	Escuela María Cruz Buitrago/ San Lorenzo	10-12 Ciencia	El uso de manipulativos y módulos interactivos para el aprendizaje con entendimiento del concepto de mitosis en estudiantes de décimo grado.

Los maestros participantes de esta segunda comunidad de práctica de Humacao eran seis féminas y un varón, que impartían sus clases en escuelas rurales. Dos enseñaban ciencia en una escuela superior en San Lorenzo, tres daban la misma materia en una Segunda Unidad (elemental e intermedia) de Patillas y otros dos que enseñaban matemáticas, una en Arroyo y el otro en Las Piedras.

Esta investigadora recomienda la comunidad de práctica en investigación acción como estrategia de desarrollo profesional del maestro y para mejorar el proceso de enseñanza de los alumnos. Sin embargo, para que la experiencia sea exitosa se deben tomar en cuenta varios aspectos. En primer lugar el investigar la sala de clase es una tarea adicional que se impone al maestro, por lo que debe contar con el mayor apoyo posible y la comunidad de práctica y el ambiente de camaradería que se establece ayuda mucho a seguir el proyecto. El facilitador debe estar continuamente disponible no sólo para asesoramiento sino para la motivación continua que requiere el finalizar el proyecto, no sólo en las reuniones sino en llamadas telefónicas y vía correo electrónico. Es importante, además, añadir otras cinco sesiones a las diez diseñadas y utilizadas en estos dos años. Dos talleres para revisión de la bibliografía vía electrónica y tres talleres para la redacción final del informe de investigación. Estas fueron las tareas más difíciles para los maestros. Por último, recomiendo el que se incluya en el currículo de formación de maestros a nivel sub-graduado un curso de investigación. Los maestros explican el tema de la investigación en la clase de ciencia pero ellos mismos no han realizado investigaciones, lo que le planteó una gran limitación a esta investigadora.

LA COMUNIDAD DE PRÁCTICA COMO MODALIDAD DE DESARROLLO PROFESIONAL DE MAESTROS EN INVESTIGACIÓN ACCIÓN: DIRIGIDO HACIA EL APRENDIZAJE CON ENTENDIMIENTO DE CONCEPTOS CIENTÍFICOS Y MATEMÁTICOS (2006-2007)

Graciela Roig Casanova y
Antonia Rivera Rivera,
Universidad de Puerto Rico-Recinto de Humacao
(Julio de 2008)

El desarrollo profesional es uno de los elementos más importantes en una organización. La Gerencia de los Recursos Humanos consiste desde reclutar y seleccionar al personal de una institución hasta evaluarlo, desarrollarlo y compensarlo (Mathis y Jackson, 2009). Muchos expertos en este campo identifican el desarrollo profesional como el elemento indispensable para mantener a los recursos humanos de la organización preparados para desempeñarse en forma óptima y obtener los resultados esperados.

Las instituciones educativas planifican múltiples esfuerzos en el desarrollo profesional de los académicos. Este fue uno de los objetivos principales del Proyecto Alianza para el Aprendizaje de Ciencias y Matemáticas (AlACiMa). El interés primordial era lograr en los estudiantes un aprendizaje con entendimiento de Ciencias y Matemáticas (Arce, 2004). Es por esto que AlACiMa coordinaba un programa de desarrollo profesional continuo para maestros de Ciencias y Matemáticas (Arce y Bravo 2005). Algunos de los principios básicos de este programa de desarrollo profesional fueron: la creación de ambientes seguros en la cual los aprendices actuaran como participantes activos, se sintieran respetados y seguros de expresar dudas; los nuevos conocimientos de Ciencias y Matemáticas se conectaban a conocimientos previos; se promovía pensamiento profundo sobre el propio proceso de aprendizaje; el proceso de aprendizaje se monitoreaba continuamente con métodos de *assessment* en donde los educadores y aprendices reflexionaban no sólo sobre lo que estaban aprendiendo, sino también sobre lo que necesitaban aprender; se promovía el pensamiento riguroso científico y matemático, cuando se le preguntaba a los aprendices que explicaran lo aprendido de forma oral y escrita y los educadores tenían interés en entender cómo los aprendices pensaban y aprendían para mejorar las prácticas educativas.

AlACiMa se interesaba en la investigación acción para que los maestros determinaran la efectividad de sus prácticas en lograr un aprendizaje con entendimiento en sus estudiantes. Sobre todo, deseaba que los maestros utilizaran los resultados de esas investigaciones para mejorar el proceso de aprendizaje de sus estudiantes con las modificaciones necesarias de sus prácticas. Para lograr que los maestros estudiaran los problemas de aprendizaje de los estudiantes en sus salas de clase, AlACiMa planificó un desarrollo profesional para ellos en investigación acción.

Aunque el Proyecto AlACiMa tenía entre sus objetivos el lograr que los maestros se involucraran en investigación acción y pese haber creado un componente para desarrollar e impulsar las mismas, los esfuerzos desplegados en ello no dieron los resultados esperados. Aunque en las diferentes zonas se trabajó con diferentes modelos, pocos maestros mostraban interés y de éstos pocos finalizaban sus investigaciones.

En el año académico 2006-2007 el componente de Investigación Educativa se reorganizó y la doctora Mary Annette Moreno Torres, nueva líder del componente, recomendó que se trabajaran los proyectos de investigación acción a través de las comunidades de práctica. Recomendaba también que se realizara una investigación educativa sobre esa modalidad como desarrollo profesional. Fue entonces que estas investigadoras se dieron a la tarea de desarrollar esta investigación.

Si se pretendía que los maestros investigaran en su sala de clase y los esfuerzos individuales no fueron exitosos, era importante estudiar si la comunidad de práctica sería la modalidad que permitiría a los maestros aprender a realizar investigaciones sobre el proceso de aprendizaje con entendimiento de ciencias y matemáticas de sus estudiantes. De ahí lo pertinente y valioso de esta investigación. Esto nos permitiría evaluar nuevas vías de desarrollo profesional para los maestros. Consideramos importante estudiar si la Comunidad de Práctica ofrecía el ambiente adecuado para que los maestros pudieran llevar a cabo investigación sobre el aprendizaje con entendimiento de sus estudiantes en Ciencias y Matemáticas.

Los objetivos de esta investigación fueron determinar si la comunidad de práctica promovía el que los maestros investigaran en su sala de clase el aprendizaje con entendimiento en Ciencias y Matemáticas y evaluar la comunidad de práctica como modalidad de desarrollo profesional en Investigación Acción.

Las preguntas que dirigieron esta investigación fueron dos. La primera dirigida a determinar cuál era el efecto de la participación de maestros en una Comunidad de Práctica en Investigación en la sala de clases: en completar el proyecto de investigación y en estudiar el aprendizaje con entendimiento en Ciencias y Matemáticas de sus estudiantes como tópico de su estudio. La segunda iba dirigida a determinar si la comunidad de práctica era una modalidad adecuada para el desarrollo profesional de los maestros en Investigación Acción.

Revisión de literatura y marco teórico

El aprendizaje de Ciencia y Matemática requiere que los aprendices aprendan a desarrollar entendimiento conceptual y procedimientos adecuados (Bransford, Brown y Cocking, 1999 en Loucks-Horsly, Love, Stiles, Mundry y Hewson, 2003). El *National Center for Improving Student Learning and Achievement in Mathematics and Science* (NCISLA/ *Mathematics and Science*) reporta los resultados de muchos años de estudio en estos temas (Carpenter, Blanton, Cobb, Franke, Kaput y McClain, 2004). Ellos explican que para que los estudiantes aprendan con entendimiento los maestros deben de ayudarlos a que conecten el conocimiento nuevo con lo que ya conocen y construyan una estructura coherente. También deben

promover el que los estudiantes pregunten y resuelvan problemas y que validen sus propias ideas y procedimientos, construyan relaciones entre conceptos e ideas, extiendan y apliquen conocimiento, justifiquen y expliquen lo que saben y se apropien de sus procesos de aprendizaje. Para que esto ocurra los maestros deben de reflexionar sobre las prácticas de enseñar y descubrir las más efectivas. Explican que los maestros requieren desarrollo profesional sustantivo a largo plazo del pensamiento del estudiante y de la materia de estudio. Ellos promueven el desarrollo de comunidades de profesionales para lograr en los maestros el cambio necesario para un aprendizaje con entendimiento de parte de los estudiantes.

Muchos investigadores están de acuerdo en que los maestros tiene que dedicar tiempo para la reflexión de sus propios procesos de aprendizaje para implantar estrategias de enseñanza que mejoren el aprendizaje de sus estudiantes (DuFour, DuFour y Eaker, 2008; Eaker, Du Four y Burnette, 2002; Fullan, 2001; Huffman y Hipp, 2003; Langford, 2003; Sergiovanni, 2000; Spoks, 1999; Systema, 2003, 2006). La comunidad de práctica de profesionales educadores ha sido considerada como una posible alternativa para crear el ambiente adecuado para esto (Boody, 2008; McEntee, Appleby, Dowd, Grant, Hole y Silva, 2003; Palmer, 2007; Roig & Rivera, 2008).

El *National Staff Development Council* (1999) reconoce que los maestros necesitan una gran variedad de oportunidades de desarrollo profesional y que éste no se debe ofrecer aislado del trabajo del maestro sino asentado en el trabajo diario del maestro y ligado estrechamente a mejorar el aprendizaje de los estudiantes. Este enfoque de desarrollo profesional puede implantarse, según el NSDC, a través de grupos de estudio, investigación acción, adiestramientos, la planificación conjunta de lecciones y haciendo críticas a los trabajos de los estudiantes. Para que los maestros puedan obtener más tiempo para aprender sugieren dos cosas. Tiempo para que los maestros puedan aprender y explorar formas más creativas y efectivas en que estos y sus estudiantes puedan invertir el día. Se sugiere disponer de tres a cuatro horas a la semana para que los maestros, utilizando las estrategias mencionadas puedan aprender a trabajar con sus pares para mejorar su práctica. En la práctica sabemos que los maestros no tienen este tiempo disponible.

Las actividades de desarrollo profesional de AIAiMa se enfocaban en el contenido de las materias de Ciencia y Matemática y las prácticas educativas. Se esperaba un aprendizaje con entendimiento de los participantes. De esta forma los maestros lo podrían transferir en su sala de clases. El programa de desarrollo profesional implantado por AIAiMa descrito por la Dra. Josefina Arce y la Dra. Milagros Bravo (2005) estaba fundamentado principalmente en el trabajo de Loucks-Horsley, Love, Stiles, Mundry y Hewson (2003). Este modelo se enfocaba en que si las actividades de desarrollo profesional estaban basadas en cómo las personas aprenden, el aprendiz adulto aprende con profundidad. Si el maestro aprende con profundidad, puede transferir conocimiento a sus estudiantes en la sala de clases ya que las personas tienden a enseñar de la forma en que les fue enseñado. Algunos investigadores sugieren que el *assessment* formativo puede ser significativo para el aprendizaje con entendimiento y que si se utiliza con frecuencia puede ayudar al maestro a tomar decisiones respecto a sus prácticas pedagógicas y mejorar el aprendizaje de sus estudiantes (Cross y

Harris-Steadman, 1996; Fitchman & Yendal-Hoppey, 2009; Gist & Dios, 2006; Mertler, 2009). Ellos explican que un componente fundamental en el proceso de retro comunicación es compartir la información con los estudiantes, evaluar y evaluar el entendimiento de los estudiantes y ajustar los métodos de enseñanza para el aprendizaje con entendimiento de los estudiantes. Ellos refuerzan la importancia de que los maestros conozcan sobre los problemas de los estudiantes mientras aprenden y que observen el progreso para poder adaptar las estrategias de enseñanza a las necesidades de los estudiantes.

La investigación en la sala de clase permite que el maestro estudie en ésta algún problema acerca del aprendizaje de sus estudiantes en su sala de clases a la misma vez que se puede hacer intervención, utilizando algunos de los hallazgos para mejorar la misma, ya que la meta principal es mejorar el aprendizaje de los estudiantes (Angelo y Cross, 1993; Cross y Harris-Steadman, 1996). Los instrumentos de *assessment* son fundamentales para recoger información sobre el aprendizaje de los estudiantes (Aguirre, 2001; Angelo y Cross, 1993; Cross y Harris-Steadman, 1996).

Uno de los objetivos principales de AIACiMa, según la Propuesta presentada a la *National Science Foundation* por la Doctora Josefina Arce (2004), era que se promoviera y apoyara el que los maestros llevarn a cabo investigación en sus salas de clase para evidenciar el efecto del proyecto en los estudiantes. La dificultad presentada en AIACiMa, con relación a lograr que los maestros diseñaran proyectos de investigación acción, sobre el aprendizaje de los estudiantes en sus salas de clase y llevaran a cabo el proceso completo de investigación y publicación de los resultados, nos ofreció la oportunidad de pensar en la posibilidad de implantar la modalidad de comunidad de práctica como instrumento de desarrollo profesional en investigación acción.

La doctora María Aguirre llevó a cabo desarrollo profesional en Comunidad de Práctica ofreciendo la oportunidad de que los maestros participantes en el proyecto de AIACiMa formaran comunidades de práctica de profesionales donde pudieran compartir entre pares sus prácticas educativas, problemas de aprendizajes y métodos apropiados de *assessment* para mejorar el aprendizaje con entendimiento de los estudiantes. Una vez los Enlaces de Investigación y Evaluación de la Región de Humacao participaron de esta capacitación se interesaron en desarrollar una comunidad de práctica en investigación acción para estudiar si esta modalidad era adecuada para lograr que los maestros desarrollaran proyectos de investigación en sus salas de clase. Algunas de las características de la Comunidad de Práctica en AIACiMa eran: se practicaba el aprendizaje en grupos colaborativos, existía la apertura a la diversidad, todos los recursos se consideraban valiosos, se tomaban decisiones por consenso, los miembros se auto-seleccionaban para participar, el logro de una meta era responsabilidad de todos, se proveía tiempo para la reflexión individual, en pares y en el grupo y los participantes sentían compromiso de crear conocimiento y compartirlo (Aguirre, 2006).

Diseño metodológico

Población y muestra

La población de este estudio se constituyó con los maestros de las escuelas de AIACiMa que voluntariamente decidieron responder a la invitación de participar en una comunidad de práctica enfocada en investigación acción, llenaron una solicitud y asistieron a las reuniones convocadas. Los participantes de la comunidad de práctica lo constituyeron diez mujeres, maestras de cinco escuelas participantes del proyecto AIACiMa de la zona de Humacao. Había tres de una escuela segunda unidad, rural del pueblo de Patillas, cuatro de dos escuelas elementales rurales del pueblo de Humacao, dos de una escuela superior rural del pueblo de Yabucoa y una de una escuela intermedia urbana del pueblo de San Lorenzo.

Ocho de las diez maestras de la comunidad de práctica tenían una edad comprendida entre los 46 a 55 años, una tenía entre 36 a 45 años y una entre los 22 a 35 años. En cuanto a su municipio de residencia, cuatro residían en Humacao, dos en Arroyo y las otras cuatro vivían respectivamente en los pueblos de Las Piedras, Patillas, San Lorenzo y Yabucoa. Nueve maestras informaron tener un Bachillerato y una tenía la Maestría. Una de ellas estaba tomando cursos conducentes a la maestría. Tres maestras indicaron tener una especialidad en Educación Elemental (K 6), una informó que tenía su especialidad en Educación Especial y Educación Elemental, dos dijeron Ciencia general y una Biología. Tres maestras informaron otras especialidades respectivamente: Bibliotecología, Inglés y Español. Las maestras reportaron enseñar las siguientes materias: dos dijeron que impartían todos los cursos menos el inglés. Tres indicaron Biología y dos indicaron Ciencia pero especificaron que el grado, una era de Quinto y Sexto y la otra de Séptimo y Octavo. Una maestra informó enseñar Español y Matemáticas, una Inglés y la otra se identificó como Maestra bibliotecaria. Seis maestras daban clases en nivel elemental, dos a nivel intermedio y dos a nivel superior. En cuanto al número de años en la práctica docente, sólo dos maestras indicaron tener entre 11 a 15 años de servicio. Tres indicaron entre 21 a 25 años y cinco informaron tener entre 26 a 30 años de servicio. Como puede deducirse, la mayoría tenía más de veinte años de servicio.

Instrumentos y *assessment* utilizados

Las investigadoras utilizaron varios instrumentos de recopilación de datos. Para medir la participación la hoja de asistencia y los trabajos realizados por las maestras: redactar la propuesta de investigación, realizar la misma, presentar los resultados y escribir el informe de investigación. Para medir la comunidad de práctica como modalidad de desarrollo profesional utilizaron una hoja de evaluación de las reuniones, tres reflexiones individuales, una reflexión grupal y una entrevista individual. Todos los instrumentos fueron desarrollados por las investigadoras menos la hoja de evaluación que se utilizó la misma que diseñó AIACiMa para evaluar los adiestramientos de desarrollo profesional. Sólo se cambiaron las aseveraciones 8, 9 y 10 para incluir los dirigidos a medir el cumplimiento de los objetivos de investigación acción.

Procedimiento de las actividades desarrolladas

Las investigadoras redactaron una carta invitación, una hoja de solicitud y un opúsculo de orientación que se repartieron en todas las escuelas participantes de AIACiMa. Se preparó un plan de diez reuniones con objetivos, temas y actividades a desarrollar y resultados esperados en cada una de ellas. Se revisó la hoja de evaluación de las actividades de desarrollo profesional y se sustituyeron las tres aseveraciones que evaluaban el aprendizaje de Ciencia y Matemáticas por el de investigación Acción. Se desarrolló también un protocolo de redacción de propuesta de investigación. Todas las reuniones tuvieron una duración de cinco horas. Estas incluían una reflexión inicial de contenido motivador y relajante, presentaciones electrónicas, lecturas, hojas de trabajo y hoja de evaluación final. A las maestras participantes se les ofrecieron servicios de alimentos, fueran estos desayuno y almuerzo o merienda y cena, dependiendo del horario de reunión. Se les ofrecieron talleres especializados en uso de la tecnología para acceso a la información bibliográfica, *assessment*, preparación de rúbricas y presentaciones de datos utilizando la computadora. Las participantes recibieron el asesoramiento de las dos investigadoras a cargo de la comunidad pero también de numerosos recursos de apoyo como fueron los dos líderes de ciencia y matemáticas de la región de Humacao, Dr. Félix Castrodad y Marcelino Hernández; las Dras. Mary Annette Moreno Torres y Mayra Martínez-Plana del componente de Investigación a nivel central, la Prof. Migna Meléndez, enlace de *assessment* de Humacao y las Dras. María Aguirre y Blanca Borges del mismo componente a nivel central. Como asesora en tecnología participó la profesora Evelyn Velázquez de la UPRH y como asesora en metodología científica la Dra. Imar Mansilla de la UPR- RCM.

Luego de cada reunión se codificaban y estudiaban los datos de las hojas de evaluación para confeccionar la agenda de la próxima, de manera que se pudiera aclarar, modificar o profundizar los conceptos y destrezas necesarias.

Criterios de análisis

Los criterios que dirigieron el análisis de esta investigación fueron la participación de las maestras en la comunidad y su efecto en completar el proyecto y en estudiar el aprendizaje con entendimiento de ciencia y matemáticas. Para medir participación se utilizó la hoja de asistencia. Para medir si se estudió el aprendizaje con entendimiento y se completó el proyecto de investigación se utilizaron el tema y los resultados de la investigación, las propuestas, la investigación diseñada y ejecutada, la presentación de los resultados y la redacción del informe de investigación.

Para medir la modalidad de la comunidad de práctica como desarrollo profesional se utilizaron las hojas de evaluación, los resultados de las tres reflexiones individuales, la entrevista grupal y la entrevista individual.

Resultados y discusión de los hallazgos

Efecto de la participación en la comunidad de práctica en investigación acción

Asistencia. Cinco maestras tuvieron asistencia perfecta, cuatro maestras tuvieron una ausencia y una maestra se ausentó en dos ocasiones. Todas las ausencias fueron excusadas con antelación y las mismas fueron por razones de salud, estudios de maestría o compromisos familiares apremiantes.

Completar el proyecto de investigación. Las diez maestras que participaron de la comunidad de práctica redactaron y revisaron su propuesta de investigación, realizaron la misma y presentaron los resultados de su investigación en forma oral o en afiche en el Segundo Congreso de Investigación Educativa en el Hotel Sheraton del Viejo San Juan, el 21 de abril de 2007. Cuatro maestras redactaron y presentaron un borrador de su informe final que recibió recomendaciones en más de dos ocasiones por las investigadoras. Sólo tres maestras revisaron y mejoraron el mismo para su publicación.

Estudiar aprendizaje con entendimiento en ciencias y matemáticas. Todas las maestras estudiaron aprendizaje con entendimiento en ciencias y matemáticas. Así lo demuestran los títulos de sus respectivas investigaciones que se incluyen en la Tabla 1 que aparece a continuación.

Tabla 1. *Investigaciones realizadas por los maestros participantes*

Participante	Escuela	Nivel/ Materia	Título Investigación
Violeta Mariani Guevara	Escuela de la Comunidad 2da. Unidad Joaquín R. Parrilla, Patillas	4-6 Ciencia	El uso de la tutoría entre pares para promover aprendizaje con entendimiento en los conceptos de mezclas, mezclas homogéneas y heterogéneas en estudiantes de quinto grado
Claribel Torres Rivera	Escuela Luís Muñoz Marín, Yabucoa	10-12 Ciencia	El portafolio como estrategia de enseñanza para el desarrollo de niveles altos de pensamiento en el estudio del ambiente acuático en estudiantes de cuarto año
Nayda I. Morales	Escuela Antonio Rosa Guzmán, Humacao	K-3 Ciencia	Estrategias de enseñanza para promover reflexión y motivar participación activa para re-usar y separar materiales reciclables en los estudiantes de segundo grado.
Joretssie Viera Ríos	Escuela Antonio Rosa Guzmán, Humacao	K-3 Mate.	El uso de las matemáticas como método para la presentación en la clase de inglés en segundo grado.
Luz E. Tolentino Ortiz	Escuela Víctor Rincón, Humacao	K-3 Ciencia	El trabajo cooperativo como estrategia que promueve aprendizaje con entendimiento del concepto de luz a estudiantes de tercer grado.
Ana G. Soto Díaz	Escuela Víctor Rincón, Humacao	4-6 Ciencia	El trabajo colaborativo y el aprendizaje con entendimiento del concepto de separación de mezclas en estudiantes de quinto grado.

Participante	Escuela	Nivel/ Materia	Título Investigación
Carmen Ortiz Reyes	Escuela Luís Muñoz Marín, Yabucoa	10-12 Ciencia	El laboratorio como estrategia para la comprensión de los conceptos relacionados al transporte celular entre los estudiantes de décimo grado.
Daisy Rodríguez Mojica	Escuela Generoso Morales Muñoz, San Lorenzo	7-9/ Mate.	Uso de manipulativos para desarrollar aprendizaje con entendimiento del concepto multiplicación en estudiantes de pre-vocacional de educación especial.
Dalila Morelles	Escuela Joaquín R. Parrilla, Patillas	7-9 Ciencia	El desarrollo del pensamiento científico a través de análisis de situaciones y problemas con el concepto de relaciones ecológicas en estudiantes de séptimo grado
María C. Dávila	Escuela Joaquín R. Parrilla, Patillas	K-3 Ciencia	El aprendizaje con entendimiento de conceptos de materia y sus propiedades físicas en estudiantes de primer grado.

La comunidad de práctica como modalidad de desarrollo profesional de los maestros

Hojas de evaluación. Las hojas de evaluación utilizadas para evaluar las nueve de las diez reuniones tenían una sección cuantitativa y otra cualitativa.

Sección cuantitativa. En la sección cuantitativa había una escala para evaluar la experiencia de la comunidad de práctica durante cada sesión. Los participantes debían seleccionar del 1 al 4, donde el 1 significaba total desacuerdo y el 4 total acuerdo. Esta escala fue diseñada por el componente de evaluación de AIACiMa en 2005 y adoptada por las investigadoras. Los resultados obtenidos en todas las sesiones fueron: organización efectiva (3.81); distribución adecuada del tiempo (3.73); consideración del conocimiento previo (3.80); discusión del aprendizaje con entendimiento (3.81); posibilidad de transferir la experiencia a la sala de clase (3.82); reflexión sobre el proceso de aprendizaje (3.80); participación activa (3.90); desarrollo de conocimientos y destrezas de investigación (3.76); pertinencia y utilidad de la investigación en la sala de clase para mejorar el aprendizaje (3.85); utilidad de la comunidad de práctica para promover aprendizaje con entendimiento (3.73); oportunidad para reflexionar individual y colectivamente (3.85), fomentar intercambio de ideas (3.79); apertura a la participación y a la diversidad (3.81); ausencia de jerarquía (3.88) y solidaridad (3.86). Todas las evaluaciones reflejaron una valoración de 3.7 o más. Los participantes expresaron que las experiencias más valiosas fueron la participación activa, la ausencia de jerarquía, la solidaridad, la pertinencia y utilidad de la investigación acción para mejorar el aprendizaje y la reflexión individual y colectiva.

Sección cualitativa. En la sección cualitativa de la hoja de evaluación los participantes identificaron que las experiencias más valiosas fueron sus reflexiones sobre el proceso de aprendizaje, la participación activa de los miembros y el compartir las experiencias. Una de las maestras expresó: “En la comunidad de práctica, como es un grupo, puedes analizar los temas de formas diferentes y con la opinión de cada persona puedes ver las cosas de diferentes maneras”. También mencionaron que la asesoría de los expertos y de los pares, el aprender haciendo, el taller de rúbricas y el preparar sus presentaciones con la computadora fueron los aspectos que más le ayudaron en su desarrollo profesional. Ellas recomendaron aumentar el

tiempo de duración de la comunidad de práctica porque sentían necesitaban más tiempo en el proceso.

Reflexiones individuales. Las reflexiones individuales se diseñaron para que las maestras escribieran cómo su participación en la comunidad de práctica ofreció el ambiente propicio para su desarrollo profesional. La primera reflexión se realizó en la tercera reunión y las maestras debían responder lo que habían aprendido y las ideas que pudieran relacionar con esta experiencia de aprendizaje. Las participantes indicaron que habían obtenido conocimientos sobre el concepto de comunidad de práctica, las diferencias entre la investigación tradicional y la investigación acción o investigación en la sala de clases, las etapas de investigación y la importancia del uso de diferentes fuentes de información y diferentes medios para recopilar los datos. Más aún, ellas afirmaron habían aprendido la pertinencia del concepto aprendizaje con entendimiento, las técnicas de *assessment* y los estilos de aprendizaje para mejorar su enseñanza en la sala de clase. Expresaron, además, que la ayuda recibida por los mentores de ciencias, matemáticas, *assessment* e investigación en la comunidad de práctica fue valiosa para comenzar sus investigaciones. Algunas de ellas dijeron que por primera vez eran capaces de relacionar la investigación en la sala de clase con *assessment* y con aprendizaje con entendimiento.

La segunda reflexión, administrada en la quinta reunión, consistió de una lista para que las maestras identificaran con una marca de cotejo los elementos que ellas consideraban de mayor ayuda. Luego tenían el espacio necesario para comentar los mismos. Los elementos señalados con mayor frecuencia fueron la presentación de propuestas y la ayuda de compañeras (seis cada una) y el trabajo en subgrupos por niveles (cinco). Los comentarios así lo ratifican. El trabajo individual sólo fue mencionado por una maestra.

La tercera reflexión individual, administrada en la sexta reunión, consistía de una pregunta abierta que decía: la participación en esta comunidad de práctica, ¿ha contribuido a cambiar sus estrategias de enseñanza para mejorar el aprendizaje con entendimiento de sus estudiantes? Todas las maestras expresaron que la participación en la comunidad de práctica les ayudó a modificar sus estrategias de enseñanza para estar más capacitadas para involucrar a sus estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Una de las maestras afirmó que en la comunidad de práctica adquirió conocimiento sobre la teoría de desarrollo cognitivo en niños y que eso la ayudó a mejorar su clase de ciencia. Otra maestra informó que estaba usando nuevas estrategias de enseñanza y *assessment* para mejorar sus clases y promover la participación activa en la clase. Más aún, algunas maestras expresaron que ahora estaban más alertas sobre la importancia de la reflexión en el proceso de enseñanza aprendizaje y que la investigación acción era un medio para mejorar el aprendizaje estudiantil.

Entrevista grupal. En la reunión número nueve de la comunidad de práctica se llevó a cabo una entrevista grupal o grupo focal donde las maestras contestaron las siguientes preguntas: ¿qué hemos alcanzado? ¿Qué nos falta? ¿Cómo evaluamos esta experiencia? ¿Cuál fue la parte más difícil de este proceso? ¿Qué recomendaciones podemos hacer para mejorar esta experiencia? Las maestras contestaron relacionando su propio proceso de aprendizaje con sus

prácticas educativas y el aprendizaje de sus estudiantes. Todas las maestras expresaron satisfacción porque habían aprendido y practicado estrategias de enseñanza que nunca antes habían utilizado. Mencionaron que sus estudiantes estaban más interesados y participaban más en clase porque los conceptos eran presentados en forma pertinente y relevante, de manera que les facilitaba el aprender. Además, aprendieron que con la investigación acción ellos podían medir resultados y modificar la clase para mejorar el proceso de aprendizaje de sus estudiantes. Añadieron que ahora podían evaluar sus estrategias de enseñanza y reflexionar en el proceso de enseñanza aprendizaje porque con la experiencia ellos estaban comprometidos con el aprendizaje con entendimiento de sus estudiantes. Por último, afirmaron que esta experiencia fue vital para su propio aprendizaje con entendimiento.

Durante la entrevista grupal todas las maestras expresaron su satisfacción por haber completado su investigación acción. Sin embargo, casi todas expresaron que aún necesitaban ayuda en escribir narrativamente los resultados en su informe final de investigación. Las diez maestras evaluaron la experiencia como una sobresaliente. Expresaron que el ambiente desarrollado en la comunidad de práctica, la ayuda recibida por los profesores universitarios que los asesoraron en las diferentes áreas y la ayuda del grupo de pares fue invaluable. Fueron enfáticos en expresar cuán impresionados estaban con la familiaridad y espontaneidad que existía en la comunidad de práctica. Dijeron sentirse libres de contactar a sus mentores por teléfono o correo electrónico o preguntar durante las reuniones sin miedo alguno. Expresaron no había distinciones entre los participantes en la comunidad de práctica. Estos resultados sugieren que se desarrolló un espíritu de solidaridad y armonía que facilitó unas relaciones abiertas y honestas que promovió la comunidad de práctica.

El elemento que todas las maestras mencionaron como más limitante fue la falta de tiempo para completar el trabajo. Expresaron necesitar más tiempo en todas las etapas del proceso. Su recomendación fue ampliar el tiempo para completar tareas y más reuniones para profundizar su conocimiento.

Entrevista individual. La entrevista individual se llevó a cabo en la última reunión de la comunidad de práctica para documentar las reflexiones acerca del aprendizaje propio y el de sus estudiantes. Consistió de tres preguntas abiertas: ¿Cómo la experiencia de desarrollar investigación acción le ayudó a modificar sus estrategias de enseñanza?; ¿Cómo el proyecto de investigación acción le ayudó a mejorar el entendimiento de los conceptos de la disciplina que enseña? Y ¿cómo midió el aprendizaje con entendimiento de sus estudiantes? En cuanto a los cambios en estrategias de enseñanza las maestras mencionaron que empezaron a usar estrategias tales como aprendizaje colaborativo, el uso de manipulativos para aprendizaje activo, técnicas de *assessment* y reflexiones de los estudiantes. Las maestras identificaron varios conceptos que ahora entendían mejor, tanto en el área de pedagogía como en las ciencias y matemáticas, *assessment*, inteligencias múltiples, medición en geometría y mezclas homogéneas y heterogéneas. Sobre la medición del aprendizaje con entendimiento las maestras mencionaron que utilizaron como estrategias de *assessment* la observación, tirillas cómicas, preguntas y respuestas, rúbricas, tareas diarias en casa, pre y post pruebas y diarios reflexivos.

Conclusión

Las preguntas que dirigieron esta investigación fueron dos. La primera dirigida a determinar cuál era el efecto de la participación de maestros en una Comunidad de Práctica en Investigación en la sala de clases: en completar el proyecto de investigación y en estudiar el aprendizaje con entendimiento en Ciencias y Matemáticas de sus estudiantes como tópico de su estudio.

Las diez maestras que constituyeron la comunidad de práctica prepararon propuestas, informaron los resultados de sus investigaciones en presentación oral o afiche. En esta actividad compartieron con profesores universitarios, maestros y futuros maestros sus investigaciones, sus resultados y las rúbricas que utilizaron para determinar la efectividad de sus prácticas educativas. Cuatro maestras redactaron informes de investigación. Ocho investigaciones se hicieron sobre aprendizaje con entendimiento de ciencias y matemáticas. Dos investigaciones se hicieron utilizando las matemáticas y las ciencias para promover el aprendizaje de otros conocimientos, destrezas y actitudes para la formación de un aprendiz integral.

La segunda pregunta de investigación iba dirigida a determinar si la comunidad de práctica era una modalidad adecuada para el desarrollo profesional de los maestros en Investigación Acción. Los resultados obtenidos sugieren que la comunidad de práctica estudiada sí fue una modalidad adecuada de desarrollo profesional en investigación acción. Todas las participantes aprendieron a realizar investigación acción. Las investigaciones en la sala de clase de esta comunidad de práctica se caracterizaron por su diversidad. Diferentes niveles, grados, materias, temas y conceptos desarrollados y población estudiada. La diversidad de esta comunidad de práctica también se demuestra en la profundidad de las investigaciones realizadas, unas son más que las otras. Pero eso es lo característico de las comunidades de práctica. Todos los miembros se sienten y actúan como recursos valiosos, independiente de que haya unos más talentosos que otros.

Basado en estos hallazgos se puede concluir que esta comunidad de práctica proveyó a sus participantes el ambiente apropiado para involucrarse en reflexiones profundas, tanto individual como colectivamente para mejorar sus prácticas educativas y el aprendizaje con entendimiento de sus estudiantes. Esta comunidad permitió a las maestras a separarse de sus responsabilidades administrativas y familiares para hacer investigaciones en su sala de clase que le permitieran inquirir, crear, innovar y desarrollarse profesionalmente en su área de peritaje: el proceso de enseñanza aprendizaje. El ambiente de solidaridad, apertura, honestidad y comunicación genuina permitió a los participantes a dar y recibir críticas constructivas, recomendaciones y reconocimientos acerca de sus prácticas educativas. La comunidad de práctica les dio a los maestros el ambiente adecuado para reconocer sus errores, tomar riesgos y determinar la efectividad de sus prácticas educativas. Nadie se sentía mejor o peor. Los participantes reconocieron que la comunidad de práctica les ayudó a mejorar sus prácticas educativas y sus conocimientos en medir el aprendizaje con entendimiento. Todas identificaron las características del aprendizaje con entendimiento en sus estudiantes. Los resultados de los trabajos de los estudiantes demostraron que los estudiantes podían construir

relaciones entre conceptos e ideas, extender y aplicar el conocimiento, justificar y explicar lo que sabían y apropiarse del mismo.

Se puede concluir que la comunidad de práctica es una modalidad efectiva de desarrollo profesional en investigación acción. Esto es así no sólo porque las maestras realizaron sus investigaciones y presentaron los resultados, sino porque informaron que aumentaron sus conocimientos en técnicas de investigación, *assessment*, aprendizaje con entendimiento, tecnología computacional, entre otras. Pero también dijeron desarrollaron actitudes que les hacían mejores personas y maestras profesionales tales como el respeto a la diversidad, tolerancia, honestidad, solidaridad, flexibilidad y seguridad en lo que están haciendo.

Limitaciones

Consideramos que la mayor limitación de este trabajo de investigación fue el factor tiempo. Limitaciones de tiempo para las investigadoras y las maestras. He aquí varios ejemplos. El tiempo que se toma para explicar y aplicar el concepto de investigación acción es mucho mayor al que se estimó. La tarea se dificultó porque los maestros en Puerto Rico no tienen en su preparación un curso académico de investigación y muchas veces no tienen experiencia previa en la misma. El proceso de investigación puede representar una carga adicional a las labores que los maestros realizan, sin embargo, el realizarla en una comunidad de práctica hace la faena más llevadera y posible, porque unas y otras ayudan a mejorar su tarea y se animan cuando están decaídas. Los maestros necesitaban mayor tiempo para revisar con mayor profundidad la literatura y redactar su repaso de la misma. Necesitaban mucho mayor tiempo para redactar el informe final de investigación y revisar las recomendaciones que daban las investigadoras. Se debe recoger el informe final de investigación en la última reunión de la comunidad de práctica. Una vez se terminan las reuniones, los maestros se desconectan del trabajo de la comunidad ya que tienen múltiples tareas y están cargados de trabajo en sus escuelas.

El proceso de dirigir la comunidad de práctica es uno que consume mucho tiempo, por el proceso de hacer las convocatorias, llamadas telefónicas de seguimiento, acceso a través del teléfono y el correo electrónico, corregir propuestas, coordinar recursos, logística y otros. Los maestros participantes necesitan motivación continua para asistir a las reuniones ya que son muchos los obstáculos que se presentan. El mantener el espíritu de comunidad requiere mantener comunicaciones no relacionadas con el trabajo como por ejemplo, felicitaciones por Navidad, Semana de la Mujer, Día del Maestro y otros que implican también una inversión de tiempo. Las cartas vía correo electrónico, las llamadas telefónicas de la investigadora a cargo de la comunidad de práctica y la planificación de agendas estimulantes fueron algunos elementos valorados por los participantes como atractivo para asistir a las reuniones pero que también consumieron mucho tiempo.

Recomendaciones

Partiendo de esta experiencia podemos recomendar el continuar con las comunidades de práctica como modalidad de desarrollo profesional en investigación acción ya que es un vehículo efectivo para reflexionar sobre su práctica y sobre los medios de mejorar el aprendizaje estudiantil. El proceso de investigación es generalmente resistido por los maestros ya que se considera una carga adicional pero al trabajarlo en comunidad de práctica puede ser efectivo para superar esta resistencia.

Otra recomendación, de repetirse esta experiencia, sería elevar el número de reuniones de diez a quince. Es necesario ampliar en cinco sesiones extras para dedicar dos a la revisión de la literatura y escribir la misma en la propuesta de investigación. Otras tres se utilizarían para la redacción del informe final. Estas fueron las tareas más difíciles confrontados por las maestras.

Por último, se recomienda el incluir un curso de investigación educativa, enfocado principalmente en la investigación en la sala de clase para los estudiantes que estudian un Bachillerato en Educación. Los estudiantes que terminan su preparación académica para ser maestros en Puerto Rico no tienen como requisito tomar un curso de investigación.

Reflexión final

La comunidad de práctica es una modalidad efectiva para el desarrollo profesional en investigación acción. Los resultados de esta investigación indican que las maestras consideraron que la comunidad de práctica promovió su aprendizaje, les motivó a explorar nuevas estrategias de enseñanza y a lograr aprendizaje con entendimiento en sus estudiantes. Ellas valoraron también el tiempo que tuvieron para reflexionar sobre sus prácticas educativas tanto individual como colectivamente.

Referencias

- Aguirre, M. (2001). *Assessment en la sala de clases*. San Juan: Publicaciones Yuquiyú.
- Aguirre, M. (2006, 16 de agosto). *Algunas de las características que describen comunidades de práctica, Adaptadas para capacitaciones del Proyecto ALACiMa*. (Documento de trabajo) (Fotocopiado)
- Angelo, T. y Cross, K. P. (1993). *Classroom assessment techniques*. New York: Wiley & Sons, Inc.
- Arce J., Bravo, M. (2005). *Conceptual Framework for ALACiMa*. Proyecto ALACiMa: UPR Río Piedras. Manuscrito sin publicar.
- Boody, R. (2008). Teacher reflection as teacher change, and teacher change as moral response. *Education, 128*, (3), 498-506.

- Bransford, J.D., Brown A.L. y Cocking, R.R. (1999) *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School*. Washington, DC: National Academy Press
- Carpenter, T.P., Blanton, M.L., Cobb, P., Franke, M.L., Kaput, J. y McClain, K. (2004). *Scaling Up Innovative Practices in Mathematics and Science*, National Center for Improving Student Learning and Achievement in Mathematics and Science: Research Report.
- Cross, P.K. y Harris Steadman, M. (1996). *Classroom Research: Implementing the Scholarship of Teaching*. San Francisco: Jossey Bass.
- DuFour, R., DuFour, R. & Eaker, R. (2008). *Revisiting professional learning communities at work: Best practices for enhancing student achievement*. Bloomington, IN: Solution Tree / National Educational Services.
- Eaker, R., Du Four, R. y Burnette, R. (2002). *Getting started: Reculturing schools to become professional learning communities*. Bloomington, IN: National Educational Services.
- Fitchman, N. & Yendal-Hoppey, D. (2009). *The reflective educator guide to classroom research: Learning to teach and teaching to learn through practitioner inquiry*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Fullan, M. (2001). *The new meaning of educational change*. (3^a ed.). New York, N.Y.: Teachers College Press.
- Gist, N. & Dios, B. (2006). *Reading assessment tasks*. Monterrey, CA: Evan-Moor Corp.
- Huffman, J.B. y Hipp, K.K. (2003). *Reculturing schools as professional learning communities*. Lanham: Scarecrow Education.
- Langford, L. (2003). Proper selfishness: Hallmark of a professional learning community. *Teacher Librarian* 31 (1), 19.
- Loucks-Horsly, S., Love, N., Stiles, K., Mundry, S. y Hewson, P. (2003). *Designing professional development for teachers of science and mathematics* (2^a ed.). Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Mathis, R. y Jackson, J. H. (2009). *Human Resources Management: Essential Perspective* (5th ed.). Mason, Ohio: South Western College Publishing.
- McEntee, G. H., Appleby, J., Dowd, J., Grant, J., Hole, S., y Silva, P. (2003). *At the heart of teaching: A guide to reflective practice*. New York, N.Y.: Teachers College Press.
- Mertler, C. (2009). *Action research: Teachers as researchers in the classroom* (2^a ed.). Thousand Oaks, California: Sage Publications, Inc.

- Palmer, P. (2007). *The courage to teach guide for reflection and renewal* (10th Anniversary ed.). San Francisco, CA: Jossey Bass.
- Roig, G. y Rivera, A. (2008). La comunidad de práctica como modalidad de desarrollo profesional en investigación acción para el aprendizaje de conceptos científicos y matemáticos. *El Sol*, L, (1), 12-13.
- Sergiovanni, T. (2000). *The lifeworld of leadership: Creating culture community, and personal meaning in our schools*. San Francisco, CA: Jossey Bass.
- Spoks, D. (1999, March). What is Staff Development? How Can Schools Make Time for Teacher Learning? Recuperado el 30 de mayo de 2008, de www.nsd.org/library/publications/results/res3-99learning.cfm
- Systema, S., (2003). It's about time: Productive pedagogues and professional learning communities. *International Electronic Journal for Leadership in Learning*, 10 (12).

EL LABORATORIO COMO ESTRATEGIA PARA LA COMPRENSIÓN DE LOS CONCEPTOS RELACIONADOS CON TRANSPORTE CELULAR: INVESTIGACIÓN EN UNA SALA DE CLASES DE BIOLOGÍA DE DÉCIMO GRADO (2006-2007)

Carmen Ortiz Reyes,
Escuela Superior Luis Muñoz Marín de Yabucoa

Antonia Reyes Rivera,
Universidad de Puerto Rico-Recinto de Humacao

Aprender, es esencialmente, un proceso por el cual se resuelven problemas mediante el uso del método reflexivo (Dewey en López, 2005). Según Ortiz (2005), aprender es un proceso complejo, que se lleva a cabo a través de experiencias a las cuales se expone el estudiante. Reconociendo estas concepciones de lo que significa aprender, los nuevos pedagogos han dirigido sus esfuerzos hacia el diseño de nuevos métodos, técnicas y estrategias de enseñanza para mejorar cada vez más el producto deseado, un aprendizaje en sus más altos niveles (Joyce & Weil, 1985). Acorde con ese planteamiento, Arce (2007) expresa que las llamadas destrezas superiores del pensamiento se manifiestan cuando la persona puede conectar datos, establecer patrones, analizar tendencias, procesarlos y organizarlos en otras formas para resolver nuevos problemas. Es por lo cual, a través de esta investigación se propuso demostrar, que el laboratorio permitiría mejorar la comprensión de los conceptos relacionados con el transporte celular, principalmente durante la fase de conceptualización de la enseñanza.

Sin embargo, acorde con esta investigación, se había estado observando que los estudiantes del décimo grado encontraban mucha dificultad en interpretar la información escrita provista por los libros de texto, acerca de los temas que se trabajan en clase. Entre los temas de mayor dificultad, estaban aquellos del curso de biología, relacionados con el transporte celular, como lo son difusión y ósmosis. Estos conceptos, difusión y osmosis, les resultaban aun más confusos a los estudiantes cuando los mismos eran integrados al estudio de otros procesos que ocurren en la célula, y al comportamiento celular en diferentes tipos de soluciones.

Paralelamente con lo antes planteado, la confusión se hacía más evidente cuando ese contenido se les presentaba por escrito. Lo que podía significar, que los conceptos relacionados con el transporte celular, se les hacían incomprensibles a los estudiantes con la sola lectura o discusión de esos conceptos en clase. A su vez, los estudiantes se mostraban inseguros ante los conceptos de difusión y de osmosis presentados por la literatura, los cuales se debían explicar por la maestra, una y otra vez. Esta forma de trabajo sugería que se pudiera estar estableciendo una marcada dependencia del estudiante por la ayuda continua del maestro, en la búsqueda e interpretación de la información. Por lo tanto, a estos estudiantes se les dificultaba la comprensión de los conceptos presentados.

Sin embargo, el conocimiento científico que se ha estado presentando a los estudiantes en el Nivel Superior en las escuelas de Puerto Rico, es de gran importancia para nuestra sociedad. Por lo que, el que se copiara información o el que se memorizara la misma sin comprensión alguna, no era propósito de la maestra investigadora, en sus cursos de ciencias. Se esperaba que el estudiante, comprendiera los conceptos que se le presentaban en las clases, a través de variadas experiencias. También se esperaba que cuando tuvieran a su disposición información de los conceptos dados, pudieran interpretarla correctamente.

A tono con lo que desea alcanzar, la educación en Puerto Rico y siendo el laboratorio, una herramienta constructivista (Marco Curricular del Programa de Ciencias del Departamento de Educación de Puerto Rico, 2003), se esperaba que la integración de esta estrategia de enseñanza fuera efectiva al llevar conceptos abstractos, a la experiencia de los estudiantes y por lo tanto a una mejor comprensión de los mismos. Por otro lado, lo común es, que en el laboratorio se trabaje como parte de una actividad de aplicación, de los conceptos que previamente se hallan desarrollados en clase y no durante el proceso mismo de la conceptualización. Más aún, aunque los estudiantes mostraban mucho agrado por las actividades de laboratorio, no se observaba que completaran el proceso de aprendizaje con entendimiento. Es por eso, que durante esta investigación se planteó como problema y objetivo principal del estudio, utilizar la estrategia del laboratorio previo a la lectura y discusión de los temas relacionados con el transporte celular, permitiría lograr una mayor comprensión del contenido del mismo entre los estudiantes del décimo grado.

En consecuencia, también surgieron otras preguntas que pudieron ser evaluadas en el transcurso de la investigación. Entre las cuales se incluyeron: ¿Mejoraría el uso de la estrategia de laboratorio, incorporada durante la fase de conceptualización, el aprendizaje con entendimiento de los conceptos relacionados con el proceso de osmosis entre los estudiantes del décimo grado? ¿Permitirían los cambios de estrategias una mayor comprensión de los conceptos relacionados al transporte celular entre los estudiantes del curso de biología del décimo grado? ¿Quedaría evidenciado el aprendizaje con entendimiento a través de las actividades planificadas? ¿Cómo impactarían el cambio de estrategia, en las actitudes y en la participación los estudiantes?

Revisión de literatura y marco teórico

La visión de los teóricos constructivistas acerca de la construcción del conocimiento es variada. De acuerdo con Piaget, en Sanhueza (2001), la construcción del conocimiento se produce cuando el sujeto interactúa con el objeto del conocimiento. Sin embargo, para Ausubel, en Sanhueza (2001), el aprendizaje sucede cuando el material de estudio es significativo para el sujeto. Tal afirmación implica, que para que el aprendizaje tenga algún significado, el objeto de estudio debe tener pertinencia para el educando, de esta manera el educador trabajará sobre un marco de referencia comprensible para el estudiante.

De acuerdo con la Asociación Americana para el Avance de las Ciencias (AAAS, 2002), la comprensión de los conceptos científicos por parte de los estudiantes, es menor que lo que se piensa, incluyendo a los estudiantes de buen aprovechamiento académico. Según esta entidad, los alumnos que presentan un examen son comúnmente capaces de identificar lo que se les ha dicho o lo que han leído; sin embargo, cuando se les evalúa de un modo más

cuidadoso, con frecuencia se encuentra que su comprensión de los conceptos trabajados, es limitada o distorsionada, y en ocasiones totalmente errónea.

Por otra parte, en la ciencia, las conclusiones y los métodos que conducen a ella están unidos de manera estrecha. La naturaleza de la búsqueda depende de lo que se está investigando, y lo que se aprende depende del método que se emplee. Por lo tanto, la enseñanza de las ciencias que intenta sólo impartir a los estudiantes el conocimiento acumulado de un campo, sin pasar por la experiencia directa, conduce a muy poca comprensión y no fomenta el desarrollo de la independencia y las habilidades intelectuales.

Las asociaciones relacionadas con la educación en los Estados Unidos de América, tales como: Asociación Nacional de Maestros de Ciencia (NSTA, 2007), y la Asociación Americana para el Avance de las Ciencias (AAAS, 2002), recomiendan, especialmente, que los cursos de ciencia den énfasis a una forma de conocimiento en la que se permita a los estudiantes, pasar por la experiencia de los procesos. De acuerdo con estas asociaciones, se debe ofrecer la oportunidad de modelar el método científico en formas auténticas y significativas, tal como debe suceder en los laboratorios. El proceso de inquirir es una parte importante del laboratorio y de los cursos de ciencia, y por lo tanto, para el desarrollo del aprendizaje con entendimiento. El empleo de sólo el libro de texto, crea una situación de desfase entre el proceso de inquirir, que se promueve en el laboratorio y el desarrollo de los conceptos.

Según la Asociación Americana para el Avance de las Ciencias (2002), se reportó que los libros de texto (en el nivel intermedio) realizan una labor por debajo de lo esperado en términos de los estándares y principios básicos para el aprendizaje de conceptos en la ciencia. Según la AAAS, el énfasis de las clases, en la actualidad, estriba en completar una serie de actividades de laboratorio, con las que tampoco se ofrece el tiempo suficiente en la adquisición y desarrollo del vocabulario científico. Gran parte de ese vocabulario, debe ser aprendido para un uso posterior durante el curso. Lo que significa que, los estudiantes no sólo deben ser guiados a hacer ciencia o desarrollarla, además deben aprender la información científica que se trabajó en tales actividades.

Sin embargo, las actividades de laboratorio proveen oportunidades excelentes para el desarrollo del proceso de inquirir (National Research Council, 2005). En un estudio acerca de las actividades provistas acerca del proceso de difusión, en manuales de laboratorio en colegios, se encontró, que ofrecen muy poco para el proceso de aprendizaje con entendimiento, más bien son como recetas a seguir (Hoese & Tweedy, 2005). De acuerdo con Hoese y Tweedy, son los educadores quienes deben implementar los cambios, revisar los materiales disponibles y adaptar las actividades disponibles para que promuevan un mejor aprendizaje.

Diseño metodológico

Población y muestra

Para el desarrollo de esta investigación en acción, se trabajó con los estudiantes del décimo grado del curso de biología de la Escuela Superior Luis Muñoz Marín de Yabucoa. La escuela contaba con una matrícula total de doscientos noventa y ocho estudiantes (298), de los cuales cien (100), correspondían al décimo grado. De los estudiantes que correspondían a la matrícula del décimo grado, se seleccionó por conveniencia, a dos grupos de 18 estudiantes, debido a la disponibilidad para la investigadora.

Uno de los grupos era considerado de alto nivel de aprovechamiento académico, mientras que el otro, era considerado promedio, en ese sentido. Se seleccionó a su vez, al grupo de alto nivel de aprovechamiento académico, como control y al otro grupo, como el experimental. El que se consideró como control, era un grupo homogéneo, con alto nivel de aprovechamiento académico. El otro grupo, el experimental, era considerado heterogéneo. Con este último se trabajó el laboratorio durante la fase de enseñanza conocida como conceptualización. Ambos grupos recibieron la más alta calidad educativa dentro de los parámetros establecidos para cada uno y ambos grupos fueron informados de la intención del proyecto.

Instrumentos y *assessment* utilizados

Pre prueba y post prueba. Se trabajó con una pre prueba y una post prueba, para evidenciar el cambio concreto en el aprendizaje de los estudiantes, tanto del grupo control como del experimental. Ambos grupos leyeron un fragmento del texto relacionado con el transporte celular y contestaron a preguntas de discusión acerca del mismo. Se evaluaron las respuestas a las preguntas con una rúbrica (Ver Tabla 1).

Tabla 1. *Niveles de la rúbrica para evaluar las pre prueba y post prueba*

Nivel	Descripción	Criterios incluidos
5	Respuesta completa	Describe el proceso en sus palabras en forma clara y precisa. Hace uso del vocabulario científico. Incluye datos y ejemplos. Explica la relación entre el movimiento de partículas y el transporte celular.
4	Respuesta bastante completa	El vocabulario es adecuado. Hace uso del vocabulario científico. Incluye datos y ejemplos. Explica la relación entre el movimiento de partículas y el transporte celular.
3	Respuesta regular	No se expresa con claridad. Hace mención del vocabulario. Muestra alguna comprensión del concepto presentado en la lectura.
2	Respuesta pobre	La respuesta está muy limitada. Expresa información incompleta, aunque realiza el esfuerzo.
1	Respuesta incompleta	Se expresa en frases relacionadas, pero las ideas no están completas.
0	No presenta respuesta	No expresó nada por escrito, ni verbalmente (en casos especiales)

Dibujo del movimiento del agua en el laboratorio. Se solicitó a los estudiantes que representaran cómo ocurría el movimiento del agua en la papa, de acuerdo con las condiciones del medio donde estaba colocada (Avalúo intermedio durante la conceptualización). Se empleó una rúbrica para evidenciar la comprensión del proceso, y de las conclusiones a que llegaron los estudiantes, sin previa discusión de los conceptos envueltos.

Lectura guiada. Se pidió a los estudiantes que leyeran, interpretaran y contestaran las preguntas guías acerca del proceso de difusión y ósmosis provistas en el texto del curso de biología.

Procedimientos de las actividades de enseñanza desarrolladas

Para llevar a cabo el proceso de enseñanza y aprendizaje, se siguió la estrategia que envuelve exploración, conceptualización y aplicación, mejor conocida como ECA. (Ver Plan de clase en Cuadro 1). Sin embargo, previo a la aplicación de las estrategias de enseñanza, se procedió a administrar una pre-prueba conteniendo un fragmento de lectura del libro del texto de biología y unas preguntas que les guiaran en la interpretación de esa lectura.

Cuadro I: Plan de Clases	
Fase de Exploración	
I.	<p>Actividades de demostración del proceso de difusión:</p> <p style="padding-left: 20px;">A. En el aire, añadiendo perfume y describiendo los procesos a base de preguntas dirigidas por la investigadora.</p> <p style="padding-left: 20px;">B. En el agua, añadiendo colorantes al agua y describiendo los procesos a base de preguntas dirigidas por la investigadora.</p>
Fase de Conceptualización	
I.	<p>Laboratorio: El transporte celular</p> <p>Predicción:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Escribe una predicción de lo que sucederá con la medida del arco si la papa es colocada en un medio: (1) Mucha sal; (2) Poca sal; (3) Sin sal. <p>Actividad:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Busca seis (6) de los pedazos de papa previamente cortados. 2. Sujeta uno de los pedazos de papa por sus extremos y acércalos hasta formar un arco, sin romperla. 3. Mide con una regla métrica, la distancia entre los extremos del arco formados por la papa. 4. Introduce los pedazos de papa en cada vaso rotulado con las diferentes soluciones preparadas. Espera quince minutos. 5. Retira los pedazos de papa de las soluciones, procede a medir y a registrar tus datos en la tabla que preparaste. <p>Preguntas de Análisis:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Cómo compara la medida del arco de la papa en el grupo control con la medida del arco en las demás soluciones? 2. ¿Cómo comparan tus predicciones con lo sucedido a las papas en cada solución? 3. ¿Cuál es la relación que existe entre las condiciones que rodean a las células y los cambios que ocurren en términos del movimiento del agua? 4. Prepara un dibujo en que muestres cómo fue el movimiento del agua en cada prueba.

Cuadro I: Plan de Clases

II. Presentación en “Power Point”

Se hizo entrega a cada estudiante de un boleto de entrada, que también se le entregó a la salida, para una función (la clase). En el boleto debió completar unas oraciones relacionados con conceptos del transporte pasivo: osmosis y difusión, antes y después de la presentación.

El estudiante participó de la discusión de la presentación en *Power Point* de los conceptos del laboratorio.

III. Lectura guiada

Se trabajó con un ejercicio basado en información escrita, para fortalecer las destrezas de interpretación de la lectura de los conceptos de ciencia en contexto, el cual se discutió informalmente.

Fase de Aplicación

I. Ejercicio final de aplicación (Se encuentra en el texto de la clase)

Para actividad de evaluación final se trabajó con un ejercicio provisto en el texto de la clase titulado: ‘El efecto del fertilizante sobre las lombrices de tierra’. Se empleó una rúbrica para evaluar el mismo.

Durante la fase de exploración, se trabajó con demostraciones con ambos grupos, sobre el proceso de difusión, en las que se incluyeron, la tradicional aplicación de perfume y la de tinta en el agua. De este modo se pudo reconocer el trasfondo en los cursos de ciencias en grados anteriores. En esta etapa se evaluó la concepción mental de cada estudiante acerca de la difusión, a través de un dibujo en que se representaban las demostraciones trabajadas. Algunos estudiantes del grupo control representaron adecuadamente a nivel de partículas en movimiento.

Por otro lado, la fase de conceptualización en el grupo experimental, consistió de tres etapas. La primera etapa fue el trabajo de laboratorio. La evaluación en esta fase consistió en el uso de una rúbrica para determinar el nivel de complejidad en la interpretación del fenómeno que se estaba observando durante la experimentación y las generalizaciones realizadas por los estudiantes. La segunda actividad fue una presentación en “Power Point”. Con esta actividad se evidenció que los conceptos identificados por su nombre cobraban sentido y los estudiantes establecían interconexiones de los conceptos con la experiencia vivida. La tercera actividad consistió en una lectura del contenido, guiada a base de preguntas. En el grupo control, la fase de conceptualización se trabajó con la presentación y la lectura guiada (excluyendo el trabajo de laboratorio).

La fase de aplicación para ambos grupos consistió en resolver un problema científico, para lo cual necesitaban una base conceptual bastante amplia acerca de los conceptos de difusión y de osmosis, para ser aplicados en los seres vivos. En esta sección también se trabajó con una rúbrica en la evaluación de las respuestas dadas por los estudiantes al problema planteado.

Criterios de análisis

El análisis del proceso de aprendizaje estuvo dado por el uso de rúbricas para evaluar el conocimiento adquirido por los estudiantes durante todo el proceso. También fue significativo el poder evaluar el cambio en actitud, no sólo porque se trataba de desarrollar un laboratorio, lo cual les gusta mucho a los estudiantes, sino porque se pudo constatar el interés de estos jóvenes por interpretar lo que estaba sucediendo durante la actividad. En cuanto su curiosidad, por entender los procesos de transporte celular, estuvo satisfecha se

podía evidenciar comprensión e interconexión entre los procesos y la lectura de evaluación final.

Entre los criterios de evaluación que se tomaron en cuenta mayormente fueron: (1) Características del aprendizaje con entendimiento; (2) Diferencias en el nivel de dominio entre la pre prueba y la post prueba; (3) Nivel de satisfacción mostrado por los estudiantes durante el proceso; (4) Disminución del ausentismo a la clase. El avalúo intermedio fue importante para poder detectar cambios y posibles fallas en el procedimiento o estrategias empleadas para, que de ser necesario se hiciesen cambios en las estrategias planificadas. Sin embargo, el proceso fue bien aceptado por los estudiantes y se pudo cumplir con la agenda trazada.

Resultados

Los resultados de esta investigación sugieren, que la estrategia del laboratorio puede servir para mejorar el aprendizaje con significado, aún en los estudiantes que suelen ser considerados como estudiantes promedio. Estos datos muestran que en ambos grupos los resultados de la pre-prueba, la mayoría de los estudiantes obtuvieron puntuaciones inferiores al punto medio (3) de la escala (promedios de 1.7 para el grupo experimental y 2.8 para el control). Mientras que en la post-prueba, los resultados están por encima de dicho punto medio (promedios de 3.6 y 3.8, respectivamente). Esto se puede observar en la Tabla 2. Como se puede ver, el aumento en puntaje promedio fue mayor en el grupo experimental que en el control (1.9 vs 1.0, respectivamente).

Tabla 2. *Resultados comparativos entre la pre-prueba y post-prueba de acuerdo a las puntuaciones obtenidas mediante rúbrica*

Puntos Obtenidos	Grupo Experimental (n=18)		Grupo Control (n=17)	
	Pre-prueba	Post-prueba	Pre-prueba	Post-prueba
	Frecuencia			
5	0	3	1	2
4	1	8	3	9
3	2	4	6	5
2	5	3	5	2
1	10	0	2	0
Puntaje promedio	1.7	3.6	2.8	3.8
Aumento en puntaje promedio	1.9		1.0	

Por otra parte, otro cambio significativo ocurrió en el nivel de satisfacción que presentaron los estudiantes que participaron del tratamiento. La investigadora realizó observaciones cualitativas estableciendo una escala comparativa de los grupos evaluados, que se recogieron en la Tabla 2.

Tabla 2. *Percepción de cambio de las características observadas y comparadas antes y después de las actividades*

Cualidades Observadas	Grupo Experimental		Grupo Control	
	Antes	Después	Antes	Después
Comprensión de los temas: Osmosis, efecto de las soluciones con diferencias en concentración y función de la membrana celular.	Poca	Mucha	Regular	Mucha
Independencia al trabajar	Poca	Mucha	Poca	Poca
Grado de satisfacción	Regular	Mucha	Regular	Regular
Seguridad al trabajar	Poca	Mucha	Bastante	Bastante
Comprensión lectora	Poca	Bastante	Bastante	Bastante
Disposición para trabajar	Poca	Mucha	Bastante	Bastante

Discusión de los hallazgos

Los hallazgos, derivados de la pre-prueba y de la post-prueba, demuestran que hubo aprendizaje en ambos grupos, tanto en el grupo control, como en el experimental. Sin embargo, el cambio fue más significativo entre los estudiantes del grupo experimental. Es importante que hubiera también cambio significativo en el nivel de satisfacción que presentaron los estudiantes que participaron del tratamiento. Ellos mismos se percataron de podían establecer relaciones y las podían explicar en sus propias palabras.

Conclusión

A través de esta investigación se pudo evidenciar que los estudiantes lograron aprendizaje con entendimiento. Los resultados sugieren que ante la experiencia constructivista del laboratorio, los estudiantes pudieron establecer conexiones que les acercaron considerablemente a los conceptos científicos que se estudiaron. Por otro lado, la lectura del contenido cobró significado y el estudiante extendió y aplicó el conocimiento que adquirió a través de las actividades de laboratorio y de la discusión en clase. En las actividades de aplicación, el estudiante, justificó y explicó sus trabajos basándose en el análisis de datos y haciendo uso de razonamientos lógicos, derivados de la experiencia del laboratorio.

Limitaciones

Las limitaciones de este estudio estriban en que la selección de la muestra no fue al azar, por lo que no puede ser tomada como representativa de todos los estudiantes del curso de biología o del décimo grado. Otra limitación que pudo afectar adversamente en los resultados lo fue, el que no todos los estudiantes poseen destrezas de laboratorio, así que éstos debían hacerse lo más sencillos posible, con materiales que a su vez pudieran manejar. Además, debe considerarse una limitación el que no se cuente con libros de referencia que presenten distintos grados de dificultad para facilitar la comprensión de lectura de términos científicos, principalmente entre la población estudiantil que cuenta con problemas en el aprendizaje.

Recomendaciones

Desde siempre los maestros se han mantenido tomando notas, haciendo observaciones y modificando sus métodos, estrategias y técnicas, tratando de mejorar el aprovechamiento académico de sus alumnos, pero se seguía un método más bien descriptivo. Con la investigación en acción se abre un mundo de posibilidades para el maestro que investiga, quien además de reflexionar continuamente acerca de su labor diaria, tiene en su poder el modificar las estrategias que sirven a sus clases tomando en cuenta el contexto social de donde procede la población estudiantil (Tobin, 1993).

De acuerdo a Vygotsky (1962), cuando ocurre una intervención adecuada durante el proceso educativo el aprendizaje, el proceso de autorregulación ocurre de manera adecuada. El educador debe poder identificar qué enseñar y qué evaluar. La enseñanza debe sustentarse en estrategias que propicien el desarrollo de los más altos niveles del pensamiento del estudiante y de su capacidad para aplicar el conocimiento en la solución de problemas, sin olvidar la parte afectiva que hacen del ser humano uno integral y completo.

Reflexión final

La investigación en acción a la cual fui invitada a participar se convirtió en un reto desde el principio mismo del proyecto. Habiendo trabajado otros estilos o métodos de investigación, tuve que comenzar a reconstruir esquemas de trabajo ya establecidos en mí. La investigación científica, que es parte de mi trabajo como maestra de ciencias, exige más controles y métodos algo más rigurosos. El trabajo con humanos, en cambio, me permitió ganar otra perspectiva en mis tareas docentes.

Investigar para corregir o mejorar mi práctica como maestra se convirtió en todo un reto. Cada planificación diaria cobró nuevo sentido. Debía pensar en nuevas estrategias para llevar a cabo el proceso de enseñanza- aprendizaje, debía diseñar nuevas formas de avalúo o modificar las existentes para poder cumplir con la meta, el aprendizaje con entendimiento de mis estudiantes. Durante el proceso, fue significativa la intervención de profesionales quienes podían ayudarme a visualizar el enfoque que debía seguir en la investigación. Hubo mucha frustración, mucho trabajo, dudas, pero al final todas las participantes, incluyéndome, pudimos culminar nuestra faena.

Referencias

- Arce, J. (2007). Aprender es un deleite. *El Nuevo Día Educador*. Documento recuperado el 6 de marzo de 2008 de: http://prmsp.org/Noticias/aprender_deleite.pdf
- American Association for the Advancement of Science. (2002). Ciencia: conocimiento para todos en línea. Aprendizaje y enseñanza efectivos (Capítulo 13). Documento recuperado en marzo de 2007 de www.project2061.org/esp/.
- Hoese, W. J., Tweedy, M. E. (2005). Diffusion activities in college laboratory manuals. *Journal of Biological Education* 39 (4).

- Joyce B. & Weil, M. (1985). *Modelos de enseñanza. Contra el dogmatismo: modelos alternativos de enseñanza*. Editorial Anaya.
- López, A. (2005). *Compendio: Historia y filosofía de la educación*. Hato Rey, PR: Publicaciones Puertorriqueñas, Inc.
- National Research Council (NRC). (2005). *America's Lab Report: Investigations in High School Science*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Science Teachers Association (NSTA). (2007). NSTA Position Statement: The Integral Role of Laboratory Investigations in Science Instruction. Recuperado en <http://nsta.org/positionstatement&psid=16>.
- Ortiz, A.L. (2005). *Diseño y evaluación curricular*. Editorial Edil, Inc. Río Piedras, Puerto Rico.
- Puerto Rico. Departamento de Educación. (2003). *Marco Curricular del Programa de Ciencias*. Hato Rey: Publicaciones Puertorriqueñas.
- Sanhueza, G. (2001). El constructivismo. Documento recuperado el 9 de mayo de 2008 de: <http://www.monografias.com/trabajos11/constru/constru.shtml>.
- Tobin, K. (1990). Research on science laboratory activities: In pursuit of better questions and answers to improve learning. *School Science and Mathematics*.
- Vygotsky, L. (1962). *Thought and Language*. Cambridge, MA: MIT Press.

EL TRABAJO COLABORATIVO COMO ESTRATEGIA QUE PROMUEVE EL APRENDIZAJE CON ENTENDIMIENTO DEL CONCEPTO SEPARACIÓN DE MEZCLAS: INVESTIGACIÓN EN UNA SALA DE CLASES DE CIENCIA DE QUINTO GRADO (2006-2007)

Ana G. Soto Diaz.

Escuela Dr. Víctor Rincón de Humacao

Antonia Rivera Rivera,

Universidad de Puerto Rico-Recinto de Humacao

Observé, por diferentes años, que cuando iba a enseñar el concepto de métodos de separación de mezclas en la clase de ciencia, encontraba diferentes dificultades. A los estudiantes se les hace difícil establecer las diferencias que hay entre cada método. Es importante que los identifiquen y puedan evaluar cuál de ellos, según su criterio, es el más beneficioso para la sociedad. Anteriormente enseñaba este concepto de manera abstracta y la mayoría de los estudiantes no dominaban el material. A partir de estas observaciones decidí trabajar una dinámica de grupo llamada *trabajo colaborativo* donde se desarrolla el aprendizaje compartido para que los estudiantes logren aprender con entendimiento los métodos de separación de mezclas y determinen cuál es el mejor método de separación; y que establezcan qué aplicaciones de beneficio para la sociedad pueden indicar.

Todos estamos familiarizados con las mezclas y los métodos de separación de las mismas. Estas son necesarias para la vida y juegan un papel importante en la elaboración de medicamentos, alimentos y otros. Sin embargo, a veces no se les da la importancia que tienen. El trabajo que a continuación se presenta resume la experiencia de esta maestra en la investigación realizada sobre la enseñanza de estos conceptos. La misma contiene información relacionada con la separación de mezclas, lo cual tiene una gran importancia porque se conoce sobre sus propiedades, sobre los instrumentos a usarse y los métodos adecuados para elaborar dichas mezclas o bien separarlos. Los métodos de separación de mezclas que se utilizaron en la sala de clase fueron la filtración, la decantación, la sedimentación, la evaporación y por último la destilación. Para separarlas es importante conocer sobre su estado físico y las características de las mismas. Al conocer los elementos que componen las mezclas se puede utilizar el método de separación correcto y más adecuado para obtener mejores resultados. Los estudiantes pasaron por el proceso de separar mezclas en la sala de clases y de esta manera establecieron diferencias entre cada método. Al encontrar dificultad al enseñar los conceptos pensé que el trabajo colaborativo sería una estrategia que facilitaría el aprendizaje de los conceptos. Utilicé el trabajo colaborativo como una estrategia que promueve el aprendizaje con entendimiento del concepto de separación de mezclas a los estudiantes de quinto grado. La pregunta que guió esta investigación fue: ¿Será el trabajo colaborativo una estrategia que promueve el aprendizaje con entendimiento del concepto separación de mezclas?

Revisión de la literatura y marco teórico

En la literatura encontramos que hay conceptos científicos difíciles de entender por el alumno; por eso se utilizan diferentes estrategias donde éste pueda aprender con entendimiento. El pensamiento y el aprendizaje se afectan cuando no nos apropiamos de los conceptos y del lenguaje asociado al mismo. Esto quiere decir que las experiencias previas de los estudiantes con relación al concepto y las actividades que se desarrollan en el proceso enseñanza – aprendizaje, influyen en la calidad del desarrollo conceptual que logre cada estudiante. Esto es importante ya que los estudiantes pueden desarrollar un concepto de forma incompleta o erróneamente (Maldonado (1990); Novak y Cowin (1997)).

Para desarrollar estos conceptos sobre los métodos de separación de mezclas usamos la estrategia de trabajo colaborativo. Este se puede definir como un conjunto de métodos de instrucción y entrenamiento apoyados con estrategias para proporcionar habilidades mixtas (aprendizaje, desarrollo personal y social) donde cada miembro del grupo es responsable de su aprendizaje como el del resto del grupo. Este aprendizaje provee destrezas que promueven el aprendizaje a través de la comunicación y cooperación entre los alumnos. Esto permite que los estudiantes se ayuden mutuamente a aprender, a compartir ideas, recursos y a planificar colaborativamente el qué y el cómo estudiar. Además, provee espacios en los cuales se da el desarrollo de habilidades individuales y grupales a partir de la discusión entre los estudiantes al explorar nuevos conceptos. Los elementos básicos del trabajo colaborativo son: la interdependencia positiva, la interacción, la contribución individual y las habilidades personales más las del grupo. Otros elementos que aportan a esta estrategia son los objetivos, el ambiente, la motivación, el aporte individual, los pasos del proceso grupal, las reglas, el desarrollo personal, la productividad, la preocupación, la meta establecida, un sistema de recompensas, las respuestas distribuidas, las normas establecidas claras, un sistema de coordinación y la auto evaluación del grupo. Estos elementos promueven al intercambio de ideas y conocimiento entre los miembros del grupo. Se espera que éstos participen activamente, vivan el proceso y se apropien de él. Estos elementos también estimulan al apoyo entre individuos para conocer, compartir y ampliar la información que se tiene del tema.

Las ventajas del aprendizaje colaborativo son variadas, destacando entre ellas las siguientes: disminuir los sentimientos de aislamiento, favorecer los sentimientos de autosuficiencia y la responsabilidad compartida por los resultados del grupo. Con relación al conocimiento, el trabajo colaborativo permite el logro de los objetivos asegurando la calidad y exactitud en las ideas y soluciones planteadas. Según Briceño y Coiman (s.f.), los principios del trabajo colaborativo se describen de la siguiente manera:

- La interdependencia positiva consiste en estar unidos los grupos para conseguir un objetivo.
- La responsabilidad del grupo consiste en que cada miembro cumpla con sus tareas y pueda fortalecer sus conocimientos, verbalizando, explicando, simplificando y organizando lo que saben. (Jacob, 1988:98)

- La responsabilidad individual es donde cada miembro se considera responsable de alcanzar la meta del grupo según M. Kagan (Crandall, 2000:247) [7] con la actividad de cabezas enumeradas.
- En la interacción simultánea, el grupo trabaja cara a cara con una relación estrecha y a corta distancia. Este principio apunta que todos asuman responsabilidades para lograr los objetivos del grupo y el aprendizaje individual.
- Las formaciones grupales pueden analizarse de distintas perspectivas: sujeto individual, grupal o institucional. Marta Souto (2000) menciona que las formaciones grupales se establecen en función de un saber que busca incorporar y compartir.
- Según Díaz Barriga (2002) el aprendizaje colaborativo se caracteriza por la igualdad que debe tener cada individuo en el proceso de aprendizaje y la mutualidad, entendida como la conexión, profundidad y bi direccionalidad que alcance la experiencia, siendo ésta una variable en función del nivel de competitividad existente, la distribución de responsabilidades, la planificación conjunta y el intercambio de roles. Son elementos básicos la interdependencia positiva, la interacción, la contribución individual y las habilidades personales y de grupo.

Durante el trabajo colaborativo se deben observar varios elementos: (1) La interdependencia e igualdad entre los miembros del grupo. (2) Que los grupos sean heterogéneos y no homogéneos. (3) Que exista ayuda mutua. (4) Que sea observable la búsqueda de apoyo. (5) Que los grupos sean de tres a cinco estudiantes. (6) Que el trabajo sea hecho en conjunto. (7) Que en los temas haya consecuencia.

El maestro debe favorecer el conocimiento previo y como mediador en el aprendizaje debe permitir que el alumno investigue, descubra, compare y comparta sus ideas como lo mencionan varios investigadores. Ausubel, (1983) describe que cuando el alumno entra en confianza, establece mejores relaciones con los demás, por lo éste aprende más, se siente motivado, su autoestima se fortalece y aprende habilidades sociales más efectivas. Los hermanos Johnson & Johnson (1994) mencionan que el trabajo colaborativo es el uso educativo de grupos pequeños para que los estudiantes trabajen juntos y aprovechen al máximo el aprendizaje propio y el que se produce en la interrelación. Kagan (1992) decía que el trabajo colaborativo incluye la interacción entre los estudiantes, sobre algún tema, pero que este modo de trabajo, es solo una parte integral de aprendizaje cooperativo. Vygotsky (1979) menciona que educar al niño de manera grupal en la zona de desarrollo próximo permite que el compañero más avanzado ayude cuando éste no puede resolver por sí mismo un problema. Esto mejora el ambiente social y la interacción con los demás.

Al desarrollar el aprendizaje colaborativo se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos: estilos de aprendizaje, modelos educativos y las técnicas a usarse. Los grupos pueden ser homogéneos o heterogéneos. La idea es que sea un grupo multidisciplinario, porque el aprendizaje o aportación de cada uno de ellos permite solucionar problemas o analizar un tema desde diferentes aspectos. Además el método dice que cada alumno debe escribir su

nombre, se debe equilibrar el trabajo para que todos participen y observar el grado de coordinación entre los integrantes. Los principales obstáculos a los que se enfrenta el aprendizaje colaborativo son la resistencia al cambio del trabajo en equipo por parte de los estudiantes y el buen diseño de herramientas para el trabajo mismo.

Diseño metodológico

Población y muestra

El grupo de estudiantes con el cual se desarrolló la investigación estaba compuesto por 11 niños y 15 niñas, pertenecientes a un grupo de quinto grado de la Escuela Dr. Víctor Rincón, la cual está ubicada en el Barrio Junquito de Humacao. La población de esta comunidad es de bajos ingresos. Este grupo era heterogéneo y formaban parte de su matrícula ocho estudiantes de Educación Especial. Los criterios utilizados para seleccionar este grupo fueron: disponibilidad, heterogeneidad, ya que tenía estudiantes con problemas de aprendizaje, diversidad en su aprovechamiento académico, y falta de interés en muchos de ellos.

Instrumentos de *assessment* utilizados

Los instrumentos de *assessment* que se usaron fueron la Tabla KWL (Conozco, Deseo aprender y Aprendí, por sus siglas en inglés), la exploración del conocimiento previo sobre los métodos de separación y la evaluación del aprendizaje al final. Además, el dibujo del científico, el mapa de conceptos y los laboratorios. Esta investigación se llevó a cabo durante tres semanas. El libro de texto utilizado fue *Descubrimiento 5 Ciencia integrada*, Serie Siglo XXI (2002), Ediciones Santillana.

Procedimiento de las actividades desarrolladas

Los estudiantes identificaron, reconocieron y manipularon los métodos de separación de mezclas en la sala de clase. Durante la primera semana se trabajó en grupos de cinco estudiantes y uno de ellos tuvo seis estudiantes. Los mismos se agruparon de la siguiente manera: dos estudiantes sobresalientes, uno regular y dos de Educación Especial. Se repartió la tabla KWL y los estudiantes completaron la primera y segunda columna ('Conozco'; 'Deseo aprender'). Los estudiantes buscaron información sobre los diferentes métodos de separación de mezclas en diferentes fuentes informativas. En la segunda semana se discutieron grupalmente las lecturas sobre los métodos de separación: filtración, decantación, sedimentación, evaporación y destilación. Trabajaron un laboratorio donde pasaron por el proceso de separar mezclas aplicando el material estudiado y aprendido en el trabajo colaborativo (Ver Cuadro 1).

Cuadro 1. Laboratorio: ¿Cuál es el mejor método?

Estación # 1 (Decantación)

Procedimiento:

(1) Observa los materiales que hay en la estación. (2) Prepara dos mezclas con agua y aceite. (3) Haz una mezcla en un platillo y la otra en un vaso de precipitado. (4) Usa un algodón para separar el aceite y el agua que están en el platillo. (5) Separa el aceite y el agua del vaso usando un agitador. (6) Anota las observaciones.

Estación # 2 (Filtración)

Procedimiento:

(1) Observa los materiales que hay en la estación. (2) Prepara una mezcla con agua y arena. (3) Llena el vaso un poco más de la mitad y echa tres cucharaditas de arena. (4) Mueve la mezcla y luego filtra la misma usando un papel de filtro. (5) Separa el aceite y el agua del vaso usando un agitador. (6) Anota las observaciones.

Estación # 3 (Sedimentación)

Procedimiento:

(1) Observa los materiales que hay en la estación. (2) Prepara una mezcla con agua y arena. (3) Llena el vaso un poco más de la mitad y echa cinco cucharadas de arena. (4) Déjala reposar por unos minutos. (6) Anota lo que sucede.

Estación # 4 (Destilación)

Procedimiento:

(1) Observa los materiales que hay en la estación. (2) Prepara una mezcla de sal y agua. (3) Mueve el agua hasta que la sal se disuelva. (4) Coloca la mezcla en la estufa con ayuda de la maestra. (5) Déjala calentar hasta que hierva y anota lo que sucede.

En ese laboratorio prepararon una tabla de observaciones (Ver Cuadro 2) y contestaron un ejercicio que incluía preguntas sobre los métodos de separación de mezclas y el análisis de una situación (Ver Cuadro 3).

Cuadro 2. Tabla de datos

Método de separación	Observaciones ¿Qué cambios ocurrieron al preparar la mezcla? Copia todo lo que observes.
sedimentación	
filtración	
decantación	
evaporación	
destilación	

Cuadro 3. Ejercicio sobre Métodos de Separación de Mezclas

Preguntas:

1. ¿Al mezclar los componentes en cada mezcla, qué sucedió?
2. ¿Qué métodos usaste para separar las mezclas?
3. ¿Para ti cuál fue el mejor método?
4. Al separar cada mezcla ¿qué observaste?
5. De todos los métodos ¿cuál es el más económico?
6. ¿Qué otros métodos sugieres para separar las mezclas?
7. ¿Cuál método sería el más beneficioso para la sociedad?

Analiza:

Si ocurriera un derrame de petróleo en la bahía de San Juan ¿Cómo separarías el petróleo del agua para que no mueran los animales?

Durante la tercera semana discutieron las observaciones hechas por cada grupo, contestaron preguntas sobre los laboratorios realizados, terminaron la tabla KWL (columna ‘Aprendí’) y completaron un mapa de conceptos en el cual se debían ilustrar los métodos de separación de mezclas y ejemplos de éstos. El funcionamiento de los grupos fue evaluado por los estudiantes y la maestra usando una hoja de trabajo (Ver Cuadro 5)

Cuadro 5. Hoja de Trabajo para Grupos Colaborativos

Grupo # _____ Fecha: _____
 Nombre del líder del día (Persona que realiza la evaluación del grupo): _____
 Nombre de la actividad realizada: _____

A. En este grupo:

1. Se distribuyeron las tareas: _____
2. Hubo ayuda entre los miembros del grupo: _____
3. Se escuchó al que presentaba en el grupo: _____
4. Se tomaron en cuenta las opiniones del grupo: _____
5. Se trabajó en silencio y con orden: _____
6. Se siguieron las instrucciones del trabajo realizado: _____
7. Se tomaron en cuenta las decisiones de grupo: _____

B. Observaciones de la maestra: _____

C. Cualquier otra información, si fuera necesario: _____

Criterios de análisis

Para evaluar el aprendizaje de los estudiantes se utilizó la rúbrica de Aprendizaje con Entendimiento Profundo para el análisis de cada ejercicio (Aguirre y Fortis, 2012). La misma incluye cuatro características de dicho aprendizaje: construir relaciones entre conceptos e ideas, aplicar el conocimiento, justificar y explicar lo que saben, y apropiarse de su proceso aprendizaje. Incluye, además, para cada una de estas características, criterios para evaluar cuatro niveles de profundidad de conocimiento (DOK, por sus siglas en ingles): memorístico, procesal, estratégico y extendido (Véase descripción de niveles en Cuadro 6).

Cuadro 6. Profundidad de Conocimiento

Nivel I Memorístico	Nivel II Procesal	Nivel III Estratégico	Nivel IV Extendido
Demuestra conocimiento en forma igual o casi igual a como lo aprendió.	Demuestra conocimiento que requiere algún razonamiento mental básico de ideas, conceptos y destrezas, más allá de la memoria.	Demuestra conocimiento basado en demanda cognoscitiva compleja y abstracta.	Extiende su conocimiento a contextos más amplios (en tiempo extendido desde 30 minutos a varios días).

Resultados y discusión de hallazgos

Luego de analizar cada ejercicio realizado durante la investigación usando la Rúbrica del aprendizaje con entendimiento podemos decir que los estudiantes se encontraban en el nivel II (Pensamiento de procesamiento) en las características del aprendizaje con entendimiento evaluadas. Específicamente, el 85% de los estudiantes construyó relaciones entre conceptos e ideas. El 81% se apropió del proceso aprendizaje y aplicó el conocimiento por medio del laboratorio. El 80% de los estudiantes justificó y explicó lo que saben.

Conclusión

El trabajo colaborativo es una estrategia que promueve el aprendizaje con entendimiento porque los estudiantes mostraron altos niveles de aprendizaje en las siguientes características: Construye relaciones válidas ente conceptos e ideas; extiende y aplica apropiadamente lo que conoce en nuevas situaciones y justifica y explica correctamente lo que sabe.

Limitaciones

Las limitaciones a las que me enfrenté durante la investigación fueron las siguientes: (1) La mayoría de los estudiantes eran líderes y se les hacía difícil jugar otro rol en el grupo. (2) Alrededor de ocho estudiantes necesitaban mucha ayuda individualizada. (3) La conducta de algunos estudiantes dificultó el trabajo colaborativo. (4) Yo preparé el modelo del mapa de conceptos y de esta manera no pude medir si ellos mismos podían relacionar los conceptos.

Recomendaciones

Mis recomendaciones son trabajar con más tiempo la investigación y utilizar dos grupos para poder comparar resultados. Acostumbrar a los estudiantes al trabajo en grupo para obtener mejores resultados.

Reflexión final

Luego de desarrollar en la sala de clase la dinámica de *trabajo colaborativo* en la enseñanza de los métodos de separación de mezclas, encontré que es una estrategia muy beneficiosa para los estudiantes debido a que ésta busca el desarrollo humano. El ambiente en la sala de clase es abierto, libre y estimula la creatividad en los estudiantes; además, pueden ser formales o informales. Ellos entran en confianza, establecen mejores relaciones con los demás, su autoestima se fortalece y aprende habilidades sociales más efectivas. Esta estrategia también desarrolla el compromiso, tanto individual como en el grupo de trabajo y aporta conocimiento y experiencia personal para el enriquecimiento del grupo. Verdaderamente es una estrategia que promueve el aprendizaje con entendimiento.

Referencias

- Aguirre, M. y Fortis, M. (2012). *Aprendizaje con entendimiento profundo evaluado mediante assessment alternativo*. En M. Bravo, Ed., *Nuestro camino al evaluar AIACiMa: Evaluación sistemática y abarcadora de un proyecto de reforma educativa*. alacima.uprrp.edu
- Ausubel, D.P. (1983). *Teoría del aprendizaje significativo*. Monografía.com.
- Díaz Barriga, F. (2002). *Trabajo colaborativo*. *Brasil: Virtual Educa*.
- Jacob, J. (1988:98). *Trabajo colaborativo*. *Wikipedia.org*
- Briceño, J. y Coiman, R. (s.f.). *Trabajo cooperativo y sus principios PMS*. Capítulo 6. *Wikipedia.com*
- Jonhson, D.W., Jonhson, R.T. & Holubec, E.J. (1999) *El aprendizaje cooperativo en el aula*, (1ra Edición en inglés 1994) Barcelona: Paidós.
- Kagan Crandall, M. (2000:247) [7]. *Aprendizaje cooperativo y colaborativo, dos metodologías útiles para desarrollar habilidades socio-afectivas y cognitivas en la sociedad del conocimiento*. Monografías.com
- Maldonado, L.F. (1990). *Hilos conductores del aprendizaje autónomo y los procesos de razonamiento*. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.
- Souto, M. (2000). *La simulación como una estrategia de formación de tutores*. Universidad del Salvador, Buenos Aires, Argentina.
- Novak, J. & Cowin, B. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca.
- Spencer Kagan, S. (1992). *Cooperative Learning*. Chicago: Kagan Publishing.
- Vigotsky, L.S. (1979) *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Crítica.

TUTORÍA ENTRE PARES PARA PROMOVER APRENDIZAJE CON ENTENDIMIENTO: INVESTIGACIÓN EN LA SALA DE CLASE DE CIENCIA DE QUINTO GRADO (2006-2007)

Violeta Mariani Guevara
Escuela S.U. Joaquín R. Parrilla De Patillas

Antonia Rivera Rivera
Universidad de Puerto Rico-Recinto de Humacao

En mi experiencia como maestra de Ciencia de quinto grado, todos los años me encontraba con la situación de que los estudiantes, años tras años, reflejaban pobre aprovechamiento en relación al dominio de las destrezas del grado. Aunque había utilizado diferentes estrategias tradicionales de enseñanza en los conceptos asociados a las mezclas (mezcla, mezcla homogénea y mezcla heterogénea) los estudiantes no lograban aprendizaje con entendimiento en estos conceptos. Entendía que dichos conceptos son muy importantes en el desarrollo de las destrezas de los estudiantes, ya que ellos iban a continuar utilizándolos en los grados subsiguientes y en su vida diaria. Estos conceptos son de mucha importancia para el estudiante, porque al hacer mezclas y unir varios componentes entre sí, al clasificarlos, sería de gran beneficio, así como también tienen gran relevancia, ya que las mezclas pueden tener poder destructivo y de ahí la importancia de que los estudiantes logren aprendizaje con entendimiento en estos conceptos. Quise investigar si la estrategia de enseñanza *tutoría entre pares* promovía el aprendizaje con entendimiento de los conceptos: mezcla, mezcla homogénea y mezcla heterogénea en mis estudiantes de quinto grado.

Además, el comprobar con datos cualitativos y cuantitativos el que los estudiantes logran aprendizaje con entendimiento utilizando la estrategia de enseñanza *tutoría entre pares* podría ser de gran ayuda para otros compañeros maestros de Ciencia en mi escuela. Mi objetivo era determinar si esta estrategia de enseñanza era efectiva para promover el aprendizaje con entendimiento de dichos conceptos. La pregunta guía de la investigación fue: ¿Cuántos estudiantes podrán evidenciar, cualitativa y cuantitativamente, que lograron aprendizaje con entendimiento de los conceptos: mezcla, mezcla homogénea y mezcla heterogénea a través de la estrategia de enseñanza *tutoría entre pares*?

Revisión de la literatura y marco teórico

El programa educativo, o tutoría, entre pares, de acuerdo a Hernández de la Torre (1998), promueve beneficios mutuos a los estudiantes a medida que trabajan y aprenden juntos. Los maestros, los padres y los alumnos que han participado en este tipo de programa opinan que han ganado en aspectos sociales, académicos y de vocación laboral. De mayor relevancia aún, los participantes habían desarrollado actitudes positivas sobre sí mismos y hacia los demás, haciendo esto evidente en el entorno familiar y comunitario. Los alumnos que participaron de esta estrategia se beneficiaron en lo académico y en lo social; tanto los tutores como los alumnos con necesidades especiales. Además los programas de apoyo entre pares,

representaban un medio de optimizar los resultados disponibles.

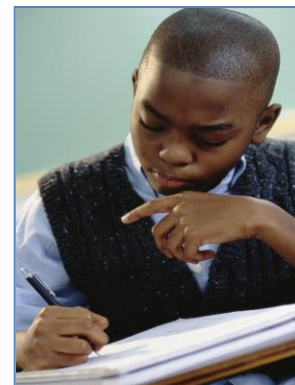
El programa de *tutoría entre pares* resultó de mayor efectividad a nivel de costos y a la vez se evidenció mayor éxito en cuanto a trabajar destrezas académicas con relación a otras alternativas de enseñanza, tales como la reducción del tamaño de los grupos de clases o el aumento en el tiempo de la instrucción. La estrategia de enseñanza *tutoría entre pares* ayuda al estudiante y mientras se encuentran en sus funciones aprenden unos de otros como, por ejemplo, en la puntualidad, independencia, iniciativa propia, habilidades en la solución de problemas, liderazgo y evaluación de las tareas. Asimismo desarrollaron confianza y se desarrollaron como líderes entre sus pares.

Los alumnos con necesidades especiales se han mostrado igualmente entusiasmados, reportándose un incremento en su motivación ante el contacto con sus compañeros en actividades de aprendizaje. Los estudiantes que participaron en el programa entre pares adoptaron actitudes positivas con relación a las personas con discapacidad, observándose cambios positivos en cuanto a las expectativas y las actitudes de los líderes con relación a sus compañeros de trabajo. El estudiante no desempeña el rol del maestro, sino que es un alumno activo y aventajado que maneja su propio proceso de aprendizaje, elaborando y profundizando por sí mismo sus conocimientos. Los estudiantes que participan en estos procesos derivan grandes satisfacciones (Equipo Editorial de Latinbooks, 2004).

Diseño metodológico

Población y muestra

La estrategia de enseñanza *tutoría entre pares* se utilizó con 16 estudiantes de quinto grado, en la clase de Ciencia de la Escuela Segunda Unidad Joaquín R. Parrilla del pueblo de Patillas. Estos 16 estudiantes seleccionados constituyeron el universo y la muestra ya que los mismos presentaron unos criterios especiales que no estaban presentes en otro grupo de quinto grado de la escuela: bajo nivel de aprovechamiento en Ciencia en el grado anterior; bajas puntuaciones en las pruebas puertorriqueñas; bajo nivel de aprovechamiento en todas las asignaturas durante el primer semestre 2006; pobre dominio de las destrezas de lectura y escritura; estudiantes con fracasos en los grados anteriores; estudiantes sobre la edad del grado; estudiantes con discapacidades; bajo nivel socioeconómico y alto ausentismo escolar de parte de algunos estudiantes.



Instrumentos y *assessment* utilizados

Para evidenciar que hubo aprendizaje con entendimiento en los conceptos mezcla, mezcla homogénea y mezcla heterogénea se utilizaron como estrategias de *Assessment*, las pruebas cortas, la lista focalizada y el diario reflexivo (Ver estudiante escribiendo en su diario reflexivo en la foto adjunta).

Procedimiento de las actividades de enseñanza desarrolladas

Desarrollé los conceptos mezcla, mezcla homogénea y mezcla heterogénea comenzando desde el mes de febrero de 2007 hasta el mes de abril de ese mismo año. Desarrollé los conceptos durante ocho períodos de clase de 50 minutos aproximadamente. (Ver plan de clases en el Cuadro 1).

Cuadro 1. Plan de clase del capítulo Las mezclas

Tema: Tipos y formas de mezclas

Estándares:

La estructura y los niveles de organización de la materia

Expectativas: EM 5.2: El estudiante cataloga las propiedades de la materia al ocurrir cambios de estado y al combinar materiales para producir mezclas homogéneas y heterogéneas.

Especificidad:

EM.5.2.1: Define los conceptos mezcla, mezcla homogénea y mezcla heterogénea.

EM.5.2.2: Distingue y clasifica mezclas homogéneas y mezclas heterogéneas.

EM>5.2.3: Reconoce y comprende el potencial destructivo o beneficioso que tienen los diferentes tipos de mezclas para las actividades de la vida diaria.

Destrezas: Observar y recordar, comparar y contrastar, organizar, clasificar, analizar, razonar lógicamente.

Objetivos específicos:

A. **Destrezas:** (1) Explicar el concepto mezcla. (2) Explicar el comportamiento de ciertas sustancias al mezclarse. (3) Identificar las características de las mezclas homogéneas y heterogéneas (4) Clasificar las mezclas de acuerdo a sus propiedades en homogéneas y en heterogéneas

B. **Conceptos:** Definir operacionalmente los conceptos: mezcla, mezcla homogénea y mezcla heterogénea.

C. **Actitudes:** (1) Reconocer la importancia que tienen los diferentes tipos de mezclas para las actividades de nuestra vida diaria. (2) Reconocer el potencial destructivo o beneficioso de las mezclas

Materiales: Libro de texto, trabajos mimeografiados, materiales del salón de clases como probetas, vasos de precipitados, balanzas y otros de acuerdo a la actividad que se vaya a desarrollar.

Actividades: Una actividad que enfoca las mezclas en general (Actividad 1) y otra que enfoca los dos tipos de mezclas: homogéneas y heterogéneas.

El plan de clases incluye dos amplias actividades, encaminadas a promover el entendimiento de los conceptos estudiados, las cuales están fundamentadas en la estrategia ECA que consiste de tres etapas sucesivas: Exploración, Conceptuación y Aplicación (Ver detalles en Cuadros 2 y 3).

Cuadro 2. Actividad # 1 - Mezclas

(Tiempo de duración aproximado: 3 períodos de 50 minutos cada uno)

Exploración

Inicio: (1) Los estudiantes trabajan en un torbellino de ideas relacionado con el concepto mezcla. (2) Trabajan en la actividad: ¿Qué sé? ¿Qué me gustaría saber?

Desarrollo: (1) Los estudiantes contestaron preguntas que les hizo la maestra como: ¿Qué mezclas has hecho en tu casa? ¿Qué materiales has mezclado? ¿En qué estados de la materia se encontraban esas mezclas que hiciste? (2) Los estudiantes observaron las páginas 54 y 55 del libro de ciencia de quinto grado *Descubrimiento* (Departamento de Educación de Puerto Rico) y comentaron acerca de lo que mostraba la lámina. Hicieron comentarios adicionales de lo que observaron y luego leyeron en voz alta la información que acompañaba a las láminas y contestaron las preguntas hechas por la maestra para así aclarar las dudas en relación al concepto mezcla.

Cuadro 2. Actividad # 1 - Mezclas

(Tiempo de duración aproximado: 3 períodos de 50 minutos cada uno)

Cierre: (1) Los estudiantes trabajaron en la sección “explora” de la página 55 del libro de texto de quinto grado *Descubrimiento* y discutieron las preguntas. Se aclararon las dudas que presentaron los estudiantes. Luego observaron las fotos de la página 56 del libro para definir el concepto mezcla. (2) Los estudiantes prepararon mezclas utilizando diferentes tipos de jugos y frutas y luego definieron el concepto mezcla en sus propias palabras.

Conceptualización

Inicio: Los estudiantes comentaron acerca de la actividad del día anterior donde prepararon mezclas de diferentes jugos, presentaron ejemplos de mezclas y definieron el concepto “mezcla” nuevamente. Luego prepararon un listado de ejemplos de mezclas que han utilizado en la vida diaria.



Desarrollo: (1) Los estudiantes leyeron el tema: “las mezclas” de la página 56 del libro de texto que se usa en quinto grado. Discutieron párrafo por párrafo usando preguntas tales como: ¿Qué es materia? Ejemplos de materia. ¿Cuáles son las características básicas para decir que algo es materia? ¿Cuáles son los estados físicos de la materia/ etc.(repaso de grados anteriores). La maestra hizo diferentes preguntas tratando de que los estudiantes demostraran que habían entendido los conceptos mezcla y materia. (2) Los estudiantes en trabajo cooperativo prepararon diferentes mezclas como las siguientes (la maestra repartió los materiales entre los estudiantes): (a) Agua y sal; (b) Agua y aceite; (c) Arena y tierra; (d) Agua y vinagre. (2) Luego de preparar las mezclas los estudiantes trabajaron en una tabla de datos explicando los materiales que habían mezclado, la cantidad que mezclaron (mucho, poco, nada) y escribieron sus observaciones acerca de cómo se habían unido los materiales.

Cierre: (1) Los estudiantes trabajaron un ejercicio de respuesta rápida donde la maestra les decía la palabra mezcla y ellos tenían que decir una palabra rápidamente que se relacionara con el concepto mezcla. (2) Los estudiantes escribieron y completaron en sus libretas las frases: Mezcla es... _____. Cuando hablamos de mezclar eso quiere decir... _____. Podemos mezclar _____ y _____. (3) Los estudiantes escribieron en sus libretas un listado de mezclas que les viniera a la mente, ya sea que la hubiesen hecho en sus casas, en la escuela, etc. (4) Los estudiantes prepararon una tirilla cómica en sus libretas explicando el concepto mezcla.

Aplicación

Inicio: Se repasaron los conceptos en forma de competencia entre un grupo de niños y un grupo de niñas. La competencia se basó en que el grupo que presentara la mayor cantidad de ejemplos de mezclas resultaba ganador. **Desarrollo:** Los estudiantes realizaron un ejercicio de assessment en que escribieron un poema, acróstico, canción, mensaje, frase, oración ó cualquier otra idea para explicar el concepto mezcla.

Cierre: Los estudiantes presentaron sus poemas y los explicaron en sus propias palabras.

Cuadro 3. Actividad # 2 - Mezclas homogéneas y heterogéneas

(Tiempo de duración aproximado: 4 períodos de 50 minutos cada uno)

Exploración

Inicio: Los estudiantes observaron las láminas de diferentes mezclas y comentaron acerca de las mismas.

Desarrollo: La maestra le preguntó a los estudiantes: ¿Qué sucedió cuando mezclaron agua y aceite? ¿Mezclaron bien? ¿Pudiste identificar sus componentes a simple vista? ¿Qué sucedió con la mezcla de agua y vinagre? ¿Se unieron bien los dos materiales? ¿Cómo podrían definir estos tipos de mezclas?

Cierre: Los estudiantes observaron las láminas de la página 57 del libro de texto de quinto grado y comentaron acerca de las láminas que presentaban ensaladas de vegetales, mantecados, agua y aceite, sopas de vegetales y otras.

Conceptualización

Inicio: (1) Los estudiantes observaron otras láminas de mezclas que la maestra les trajo y comentaron acerca de

Cuadro 3. Actividad # 2 - Mezclas homogéneas y heterogéneas (Tiempo de duración aproximado: 4 períodos de 50 minutos cada uno)

las mismas, cómo se veían de unidos algunos materiales y otros los materiales se podían identificar a simple vista. (2) La maestra le escribió en una cartulina los conceptos mezcla homogénea y mezcla heterogénea para que los estudiantes colocaran las láminas en la clasificación correspondiente.

Desarrollo: (1) Los estudiantes leyeron el tema: la clasificación de las mezclas de la página 57, del libro de texto de quinto grado” descubrimiento que provee el departamento de educación de puerto rico. (2) La maestra discutió el contenido del mismo. Luego cada estudiante con su tutor iba a redactar una explicación de lo que era una mezcla homogénea y de una mezcla heterogénea e intercambiaron sus respuestas con otros tutores. Luego al final algunos de los estudiantes explicaron sus respuestas. (3) Los estudiantes trabajando con sus tutores prepararon diferentes tipos de mezclas: (los estudiantes acordaron los materiales que iban a traer para esta actividad y la maestra les proveyó algunos): (a) Mantecado con leche; (b)



(c) Ensalada de frutas; (d) Agua y aceite; (e) Sopa de vegetales; (f) Mantecado con fresas; (g) Otras mezclas que ellos mismos sugirieran. (4) Los estudiantes trabajaron explicando sus observaciones en una tabla de datos que tenía los siguientes encabezados: Mezcla de; Tipo de mezcla: homogénea o heterogénea; ¿Por qué la clasificas así? (5) Los estudiantes analizaron los datos obtenidos utilizando unas preguntas guías: (a) ¿Qué tipos de mezclas hicieron? Homogéneas solamente_____ Heterogéneas solamente_____ Homogéneas y heterogéneas_____ (b) ¿Qué es una mezcla homogénea? ¿Por qué la clasificaron así? (c) ¿Qué característica deben tener las mezclas heterogéneas (d) ¿Dónde has visto mezclas homogéneas? ¿Heterogéneas? Explica.

Cierre: (1) Los estudiantes redactaron en sus libretas una definición para los conceptos mezcla homogénea y mezcla heterogénea y fueron ayudados por sus tutores. (2) Los tutores cotejaron los trabajos de los estudiantes a quienes les correspondía brindarle ayuda. (3) Los estudiantes prepararon un collage utilizando láminas para representar los conceptos: mezcla homogénea y mezcla heterogénea. (4) Los estudiantes trabajaron en un diario reflexivo acerca de los conceptos; mezcla homogénea y mezcla heterogénea.

Aplicación

Inicio: Los estudiantes presentaron láminas de grupos de mezclas homogéneas y de grupos de mezclas heterogéneas. Luego hicieron presentaciones de sus láminas al grupo.

Desarrollo: Los estudiantes prepararon una lista de mezclas que se podían clasificar como homogéneas y heterogéneas y explicaron por qué razón se clasificaban así.

Cierre: (1) Los estudiantes prepararon una lista de ingredientes necesarios para preparar galletitas de avena y pasas. Explicaron en sus libretas: ¿por qué eso era una mezcla? Explicaron si esa mezcla de galletitas y pasas era homogénea o heterogénea y por qué. (2) Los estudiantes realizaron una actividad de *assessment* trabajando en sus diarios reflexivos acerca de los conceptos; mezcla, mezcla homogénea y mezclas heterogéneas. (3) Los estudiantes trabajaron en tirillas cómicas acerca de los conceptos: mezcla, mezcla homogénea y mezcla heterogénea. (4) Al final los estudiantes prepararon un collage entre todo el grupo explicando los conceptos aprendidos.

Las fotos adjuntas muestran a los estudiantes, en tutoría de pares, preparando mezclas, haciendo observaciones y clasificando las mezclas en homogéneas o heterogéneas. En algunas actividades utilizaron materiales de ciencia, como el matraz y el vaso de precipitado para preparar las mezclas.



Criterios de análisis

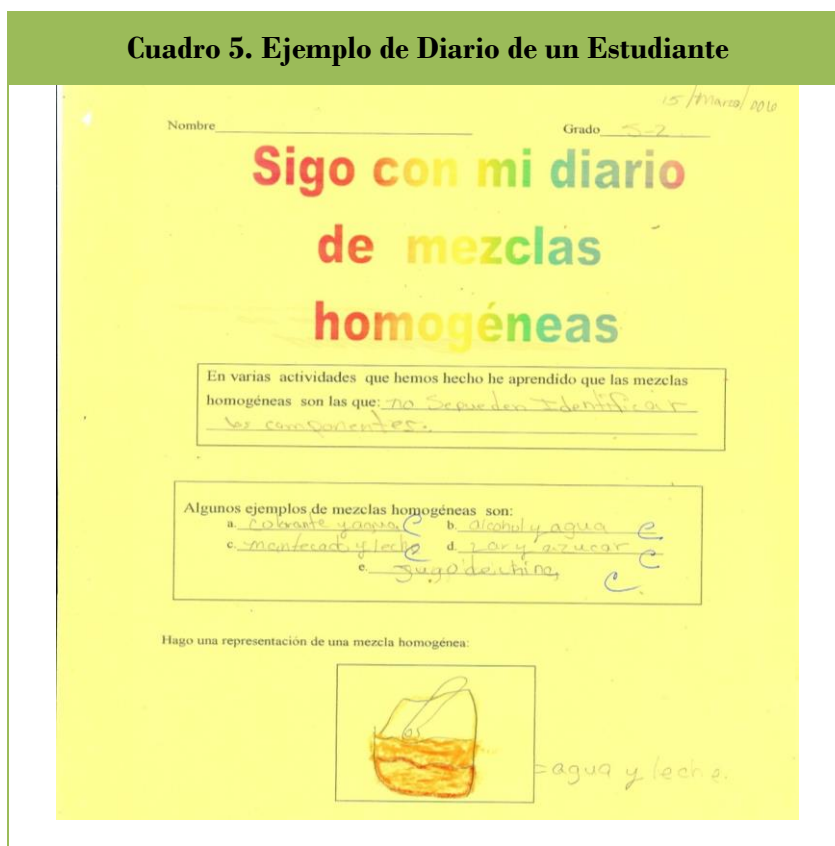
Los criterios que dirigieron el análisis fueron las características del aprendizaje con entendimiento, según establecidas por AIACiMa. Estos son: el estudiante construye relaciones entre conceptos e ideas; extiende y aplica el conocimiento; justifica y explica lo que sabe y se apropia de su proceso de aprendizaje. Se construyeron rúbricas para calificar los trabajos y ejercicios de assessment producidos por los estudiantes para identificar el nivel de dominio logrado respecto a los

conceptos estudiados (Ver ejemplo en Cuadro 4), como por ejemplo el diario reflexivo (Ver ejemplo del diario de un estudiante en Cuadro 5).

Cuadro 4. Rúbrica para Evaluar la Definición del Concepto Mezcla

	Puntuación máxima	Niveles de dominio	Puntuación acumulada	Observaciones
Mezcla	3	3: Explica correctamente el concepto mezcla: unión de dos o más componentes o materiales. 2: Explica bastante del concepto mezcla, pero le falta explicación. 1: Explica muy poco del concepto mezcla. No tiene suficiente información 0: No presenta información.		
Ejemplos de mezclas	5	5: Menciona correctamente cinco ejemplos de mezclas 4: Menciona cuatro ejemplos de mezclas. 3: Menciona tres ejemplos de mezclas. 2: Menciona dos ejemplos de mezclas. 1: Menciona un ejemplo de mezclas 0: No menciona ningún ejemplo de mezclas.		
Ejemplos de mezclas en el hogar	4	4: Menciona correctamente cuatro ejemplos de mezclas que se encuentran en el hogar. 3: menciona sólo tres ejemplos. 2: menciona sólo dos ejemplos. 1: Menciona sólo un ejemplo. 0: No menciona ningún ejemplo		
Ejemplos de mezclas en el salón	4	4: Menciona correctamente cuatro ejemplos de mezclas que se encuentran en el salón. 3: menciona sólo tres ejemplos. 2: menciona sólo dos ejemplos. 1: Menciona sólo un ejemplo. 0: No menciona ningún ejemplo		
Dibujo de mezclas	1	El estudiante presenta un dibujo de mezcla con su explicación correcta.		
Puntuación total	17			
Puntuación total acumulada por el estudiante _____		% de dominio _____		

Cuadro 5. Ejemplo de Diario de un Estudiante



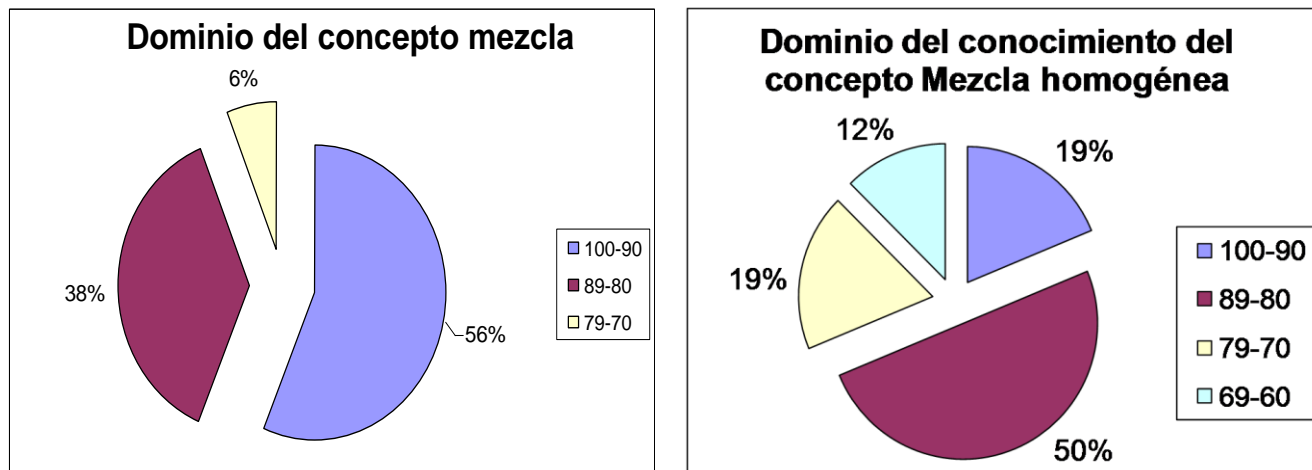
Resultados y discusión de los hallazgos

Cuando comencé a desarrollar este trabajo de investigación acción con mis estudiantes de quinto grado, hice una reflexión basándome en el grupo del grado anterior, quienes habían presentado dificultad en el dominio de los conceptos que quería probar con el grupo de ese año que iba a someter a investigación. Quería comparar los resultados en el dominio de los conceptos mezcla, mezcla heterogénea y mezcla homogénea al utilizar una estrategia de enseñanza *tutoría entre pares*, para evidenciar que la misma promovía el aprendizaje con entendimiento en los estudiantes. Utilicé los datos del grupo del año anterior, cuando utilicé estrategias tradicionales de enseñanza, para compararlos con los resultados del grupo de quinto grado con quienes iba a hacer la investigación. La tabla 1 presenta la comparación de estos resultados respecto al dominio mostrado de los conceptos estudiados (definido como un puntaje promedio de 70% o más de respuestas correctas en los trabajos realizados).

Tabla 1. Comparación del método tradicional y la tutoría de pares en el dominio de los conceptos estudiados.

Concepto	Método tradicional	Tutoría de Pares
Mezcla	100%	72%
Mezcla homogénea	80%	72%
Mezcla heterogénea	81%	67%

Las gráficas a continuación ilustran resultados más específicos del aprendizaje obtenido por los estudiantes mediante la tutoría de pares.



Conclusión

La estrategia de enseñanza: *tutoría entre pares* demostró ser una estrategia exitosa para la enseñanza de los tres conceptos: mezcla, mezcla homogénea y mezcla heterogénea. Esta estrategia de enseñanza demostró con evidencia cuantitativa y cualitativa que los estudiantes lograron aprendizaje con entendimiento en los conceptos desarrollados. Los estudiantes definieron los conceptos, presentaron ejemplos de los mismos, explicaron sus características y aplicaron los mismos a sus experiencias de la vida diaria.

Limitaciones

En este trabajo de investigación en la sala de clase, no hubo complicaciones ni limitaciones mayores. Toda la investigación se realizó en total orden y contando con todas las condiciones necesarias para cumplir con el propósito establecido. No obstante, los hallazgos se limitan a estudiantes con las características identificadas previamente.

Recomendaciones

Luego de haber desarrollado este trabajo de investigación, utilizando la estrategia de enseñanza *tutoría entre pares* en los conceptos mezcla, mezcla homogénea y mezcla heterogénea, hago la recomendación a compañeros maestros que utilicen esta estrategia de enseñanza con sus estudiantes ya que la misma resultó exitosa. Les recomiendo a los maestros en general, que trabajen en investigación acción con sus estudiantes para que identifiquen problemas de aprendizaje que están afectando a los estudiantes y puedan hacer cambios y adoptar nuevas estrategias de enseñanza.

Reflexión final

En este trabajo de investigación pude pasar por la experiencia de investigar con mis

estudiantes, de buscar estrategias de enseñanzas innovadoras, para ponerlas a prueba en el desarrollo de destrezas de ciencia, con actividades variadas y de interés para los estudiantes. Tuve la oportunidad de compartir experiencias de trabajo en una comunidad de práctica, donde todos nos ayudábamos. Recibí el apoyo de la Dra. Antonia Rivera como capacitadora, que fue excelente la experiencia. Pienso que los maestros tienen que involucrarse en actividades de investigación y salir de la tradicionalidad, e ir hacia nuevos rumbos y cada día continuar haciendo nuevas investigaciones, porque la vida es eso mismo, una investigación constante.

Referencias

Hernández De La Torre, M.E. (1998). La nueva acción tutorial en la enseñanza universitaria: Publicaciones I.C.C.E.

Equipo Editorial de Latinbooks. (2004). Aprender Jugando. Colombia: Editora Sidamer.

EL FORTALECIMIENTO DE LA APLICACIÓN DE LAS LEYES DE NEWTON A TRAVÉS DE LA EXPERIENCIA DE LABORATORIO: INVESTIGACIÓN EN UNA SALA DE CLASE DE CIENCIA DE OCTAVO GRADO (2007-2008)

Gregoria Hernández Melecio
Escuela Ramón Torres de Morovis

Mayra R. Martínez Planas,
Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras

Una gran cantidad de asuntos relacionados a nuestra vida diaria, requieren que los miembros de la sociedad posean las competencias del pensamiento científico. Este proceso no sólo demanda que el estudiante pueda desarrollar la capacidad de aplicar el conocimiento aprendido en el proceso de enseñanza–aprendizaje, sino que, además, pueda transferir este conocimiento a otras situaciones en su vida cotidiana. El desarrollo de la destreza de aplicación, le permite al estudiante pensar científicamente y le ayuda a transferir sus conocimientos a planteamientos basados en datos científicos. También le provee las herramientas necesarias que lo capaciten para el análisis crítico en la toma de decisiones. Sin embargo, hay varias razones que demuestran que nuestros estudiantes pueden memorizar el contenido de conceptos científicos, pero no son capaces de aplicarlos, ni de transferirlos a su vida cotidiana.

La situación educativa de los estudiantes de la escuela Ramón Torres en el Distrito escolar de Morovis, está evidenciada por las Pruebas de Aprovechamiento ofrecidas por el Departamento de Educación de Puerto Rico en el año escolar 2006- 2007. Los resultados de la prueba arrojaron que **no** hay estudiantes en el nivel avanzado, sin embargo, un 85% alcanzó el nivel proficiente, y sólo el 15% se encuentra en el nivel básico. Este resultado se puede interpretar desde varias perspectivas de análisis. La primera de éstas es que los estudiantes no lograron aplicar y transferir sus conocimientos para llegar a la excelencia (nivel avanzado). Segundo, que hace falta implementar nuevas estrategias de enseñanza para lograr que los estudiantes aprendan con significado, y en última instancia, que el maestro necesite mejorar sus métodos de enseñanza.

Sin embargo, la comunidad escolar de Morovis presenta una situación social que ha quedado plasmada en los periódicos del país en varias ocasiones; se reseñan muertes de jóvenes por exceso de velocidad y por la falta del uso del cinturón de seguridad. Según las estadísticas de la Policía de Puerto Rico, en el año 2006 se expidieron 192, 293 boletos por infracción por no usar el cinturón de seguridad y en el año 2007 se expidieron 189,898. Aunque estas estadísticas no pudieron ser enfocadas por falta de información en el Municipio de Morovis, estas ofrecen una idea de la prioridad que aún tiene el uso del cinturón de seguridad en nuestra población. Es por estas razones, que se utilizaron los conceptos de las Leyes de Newton para llevar a cabo esta investigación. Los conceptos inherentes a las Leyes de Newton son importantes para fortalecer el entendimiento conceptual y la transferencia del

contenido de éstas en situaciones cotidianas haciendo uso de la técnica de laboratorio.

Los objetivos de esta investigación fueron: a) Evaluar cómo la experiencia de laboratorio en un grupo de octavo grado promueve la destreza de aplicación para el entendimiento de la primera Ley de Newton; y b) Cómo los estudiantes transfieren el conocimiento de la Primera Ley de Newton a experiencias cotidianas.

Las preguntas que dirigieron esta investigación fueron las siguientes: ¿Cómo la experiencia de laboratorio fortalece la aplicación del aprendizaje con entendimiento de la Primera Ley de Newton? ¿Cómo los estudiantes transfieren con entendimiento el conocimiento a través de distintas técnicas de *assessment*?

Revisión de literatura y marco teórico

Newton desarrolló tres enunciados o leyes para explicar la dinámica del movimiento en el Planeta. La primera ley establece que todo cuerpo se mantendrá en el estado de movimiento que se encuentre a menos que una fuerza externa actúe sobre él. También se le conoce como Ley de Inercia. De acuerdo con esta ley, siempre que se produzca un cambio en la rapidez o la dirección del movimiento de un cuerpo, habrá una fuerza presente. Esta ley es uno de los argumentos que validan el uso del cinturón de seguridad.

La segunda postula que la fuerza es directamente proporcional a la masa y a la aceleración. Esta ley es también importante ya que sirve para predecir consecuencias de accidentes de tránsito. La tercera Ley de Newton destaca que para cada fuerza de acción hay una fuerza de reacción igual y en sentido contrario. Sin embargo, este conocimiento debe ser llevado a los estudiantes de tal manera que éstos puedan transferir este contenido a situaciones de su diario vivir.

¿Cómo puede definirse este concepto desde la práctica educativa? ¿Cuándo puede decirse que un alumno realizó un acto de *transferencia*? La transferencia de aprendizaje ocurre cuando el aprender en un contexto determinado o con un conjunto de recursos, impacta en el rendimiento de otro contexto o con otros materiales. Por ejemplo, el hecho de que una persona sepa manejar un auto, puede ayudarlo a aprender más rápido a manejar un camión. Si un alumno aprende matemática, le resultará más fácil aprender luego física (Perkins & Solomon, 1992).

La transferencia es un concepto clave para el proceso *enseñanza-aprendizaje*. El aprendizaje es auténtico cuando se utilizan o transfieren los conocimientos de un ámbito a otro. Es posible dar cuenta de dos tipos de transferencia; la cercana y la lejana. La *transferencia cercana*, se refiere a poder transferir contenidos entre contextos muy similares, por ejemplo, cuando los chicos deben resolver un examen donde se plantean ejercicios muy parecidos a los que practicaron en sus casas y en el aula anteriormente. La *transferencia lejana*, se refiere a poder transferir contenidos entre contextos en apariencia remotos y ajenos unos de otros. Un ejemplo es cuando se utiliza determinado mecanismo aprendido en un área para resolver problemas de otra disciplina. Sin embargo, se puede hacer una pregunta que permita

entender la importancia de la transferencia al contexto educativo. ¿Por qué el concepto de transferencia es importante en la práctica educativa?

Cuando un alumno ha realizado un proceso de transferencia, se da cuenta del conocimiento adquirido y puede ponerlo en práctica, entonces es protagonista de su propio aprendizaje (Perkins & Salomón, 1992). Asimismo, realizó un acto de metacognición porque pudo relacionar internamente un conocimiento con otro. Es metacognición, porque el alumno está realizando una actividad introspectiva acerca de los conocimientos adquiridos.

En conclusión, ese alumno aprendió, adquirió conocimientos, ya que puede reutilizar un contenido aprendido anteriormente para aprender o ejecutar nuevos conocimientos; está utilizando todo el conjunto de recuerdos y ejemplos de situaciones ya vividas. Al respecto Gardner (1999), sostiene que cuando una persona tiene acceso a una idea o a un nuevo conocimiento, éste se integra correctamente a nuevas situaciones, proporcionando información nueva y planteando problemas nuevos.

El marco teórico que guió esta investigación fue la Teoría de Aprendizaje Significativo de Ausubel y la Teoría de Aprendizaje por Descubrimiento de Bruner. El aprendizaje por descubrimiento es un proceso educativo de investigación participativa, resolución de problemas y actividades a través de los cuales se construye el conocimiento integrado, no fragmentado y partiendo de la realidad. La integración posibilita desarrollar habilidades funcionales en la vida cotidiana. Permite interrogarse, preguntar, analizar y buscar respuestas a los interrogantes o a los conflictos existenciales no analizados en los libros, que son sin embargo percibidos en la realidad como problema que necesita ser tomado en cuenta, buscarle explicaciones y soluciones posibles. De esta manera, las *experiencias* son escenario del saber didáctico porque facilita el control del proceso por parte de los estudiantes, despejando sus búsquedas. En este proceso va descubriendo su propia manera de aprender, sabe dar cuenta de lo que busca, por qué lo busca, de lo que aprende, y cómo lo aprende y para qué lo aprende (Henríquez, 1993).

Es así como el aprendizaje por descubrimiento se convierte en un espacio de aprendizaje de la responsabilidad, en cuanto aprende a responderse sus interrogantes, a no contentarse con explicaciones de los otros, que le ahorraría la posibilidad de pensar por sí mismo/a. Es también percibido en la realidad; crea una dinámica reflexiva de análisis, interpretación y elaboración de explicaciones que confronta con el saber acumulado y busca nuevas lecturas e interpretaciones de ese saber y de la realidad misma. Esta manera de aprender va capacitando en la metodología de la investigación y en el dominio del método científico, como capacidad para comprender la realidad, interpretarla y poder y saber actuar sobre ella, lo cual supone haber adquirido criterios para evaluar diversas interpretaciones de la realidad. Cuando el proceso de enseñanza ha cubierto estos aprendizajes podemos afirmar que nos estaríamos acercando al sentido de la educación porque el estudiante se estaría acercando a la comprensión de la complejidad de la realidad y desarrollando habilidades suficientes para tomar posición ante los problemas que plantea la relación persona-realidad (Henríquez, 1993).

Desde esta perspectiva, el aprendizaje por descubrimiento además de ser un proceso de investigación y de elaboración de un proyecto de trabajo, es un aprendizaje significativo porque adquiere sentido para la vida cotidiana del estudiante (Ausubel, 1973). La realidad y el estudio son así aspectos de la dinámica de aprender, de ahí que resulte fácil aplicar lo que aprende porque no está desconectado de la vida, sino que llena de significado la vida: la realidad se descubre como un desafío de conocimiento y reflexión. Coll, citado por Henríquez (1993) sostiene que “el aprendizaje que parte de la realidad, le permite establecer nuevas conexiones con los esquemas de conocimientos anteriores y construir nuevos esquemas y nuevas significaciones sobre la realidad en su totalidad o en algunas de sus partes” (p.4). Es significativo además, porque parte de los intereses y necesidades sentidas por los/as estudiantes y experimentadas en su comunidad familiar o en su comunidad local (Henríquez, 1993).

Se puede considerar a la Teoría del Aprendizaje Significativo como una teoría psicológica del aprendizaje en la escuela (Rodríguez, 2004). Ausubel (1973; 1976; 2002) pretende demostrar los mecanismos por los que se lleva a cabo la adquisición y la retención del significado de los conceptos que se enseñan en la escuela. Es una teoría psicológica porque se ocupa de los procesos que el individuo utiliza para aprender, que pone el énfasis en lo que ocurre en la escuela cuando los estudiantes aprenden; en la naturaleza de ese aprendizaje; en las condiciones que se requieren para que éste se produzca; en sus resultados y, consecuentemente, en su evaluación (Ausubel, 1976). Su finalidad es, abordar todos y cada uno de los elementos, factores, condiciones y tipos que garantizan la adquisición, la asimilación y la retención del contenido que la escuela ofrece al alumnado, de modo que adquiera significado para el mismo.

Pozo (1989), considera la Teoría del Aprendizaje Significativo como una teoría cognitiva de reestructuración; para él, se trata de una teoría psicológica que se construye desde un enfoque organicista del individuo y que se centra en el aprendizaje generado en un contexto escolar. Se trata de una teoría constructivista, ya que es el estudiante el que genera y construye su aprendizaje.

El origen de la Teoría del Aprendizaje Significativo está en el interés que tiene Ausubel por conocer y explicar las condiciones y propiedades del aprendizaje, que se pueden relacionar con formas efectivas y eficaces de provocar de manera deliberada cambios cognitivos estables, susceptibles de dotar de significado individual y social (Ausubel, 1976). Dado que lo que quiere conseguir es que los aprendizajes que se producen en la escuela sean significativos, Ausubel entiende que una teoría del aprendizaje escolar que sea realista y científicamente viable debe ocuparse del carácter complejo y significativo que tiene el aprendizaje verbal y simbólico. Asimismo, y con objeto de lograr lo significativo, debe prestar atención a todos y cada uno de los elementos y factores que le afectan, que pueden ser manipulados para tal fin. Desde este enfoque, la investigación es, pues, compleja. Se trata de una indagación que se corresponde con la psicología educativa como ciencia aplicada. El objeto de la misma es destacar “*los principios que gobiernan la naturaleza y las condiciones del aprendizaje escolar*” (op. cit., pág. 31), lo que requiere procedimientos de investigación y protocolos que atiendan tanto a los tipos de aprendizaje que se producen en el aula, como a las características y rasgos

psicológicos que el estudiante pone en juego cuando aprende. De igual modo, es relevante para la investigación el estudio mismo de la materia objeto de enseñanza, así como la organización de su contenido, ya que resulta una variable del proceso de aprendiz.

Diseño metodológico

El diseño metodológico de esta investigación está enmarcado en la investigación en acción que Rodríguez (en Blández, 2000) sostiene que es un “modelo de investigación dentro del paradigma cualitativo que observa y estudia, reflexiva y participativamente, una situación social para mejorarla” (p.23). Partiendo de la importancia social del concepto explorado en esta investigación, se hizo la selección de la población y la muestra.

Población y muestra

La Escuela Ramón Torres Rivera está localizada en una comunidad aislada y rural en el municipio de Morovis. Dicha escuela consta de una matrícula de 256 estudiantes y ofrece enseñanza desde Kindergarten hasta octavo grado. El estudio socioeconómico de la escuela indica que 95% están clasificados bajo el nivel de pobreza.

El nivel de octavo grado consiste de dos grupos. La muestra seleccionada por disponibilidad, fue el primer grupo de éstos. Este grupo consta de cinco (5) féminas y once (11) varones, para un total de dieciséis (16) estudiantes. El grupo cuenta con cuatro (4) estudiantes de la corriente de Educación Especial; de los cuáles tres (3) son varones y una (1) es una fémina. Estos estudiantes se integraron a la corriente regular para que tuvieran las mismas oportunidades de aprendizaje que los estudiantes que no manifiestan problemas de aprendizaje. Este grupo de estudiantes participó de las experiencias de *assessment* dirigidas a fortalecer los conceptos.

Instrumentos de *assessment* utilizados

Se utilizó la estrategia de enseñanza Exploración – Conceptualización – Aplicación (ECA) para llevar a cabo el proceso de enseñanza–aprendizaje (Aguirre, 2001). La investigadora principal, antes de completar la exploración, le pidió a los estudiantes que completaran un ejercicio conocido en inglés como diagrama KVL. Este instrumento de evaluación es una técnica de “*assessment*” que Aguirre (2001) define como un tipo de organizador gráfico cuyas siglas representan: *K*= “*What I know*”, *W*= “*What I want to know*” y *L* = “*What I learn*”. Traducido al español se llama CDA: C= lo que Conozco, D= lo que Deseo Aprender, y A= lo que Aprendí. El diagrama, en forma de tabla que tiene una columna para cada uno de esos elementos, fue un instrumento importante para el proceso y el trabajo con los conceptos. Los conceptos que se estudiaron y se incluyeron en este instrumento fueron: fuerza, movimiento, Ley de Inercia, Segunda Ley de Newton y Ley de Acción y Reacción. (Ver Cuadro 1).

Cuadro 1. Tema de la unidad: Leyes del Movimiento de Newton

Propósito: Determinar cuál es la ley de movimiento que se observa.

Estándar: Interacciones (I)

Expectativas y especificidad

I.8.1 El estudiante explica que las fuerzas en desequilibrio producen cambios en el movimiento que se pueden describir y predecir.

I.8.1.1 Describe las Leyes del Movimiento de Newton y cómo se relacionan con el reposo, la fuerza, la masa y la aceleración.

I.8.1.2 Describe las causas del movimiento.

I.8.2 El estudiante expresa que las fuerzas al interactuar producen cambios en la materia.

I.8.2.1 Identifica las fuerzas que producen cambio en el movimiento como la fricción, empuje y gravitacional

Estándar: La conservación y el cambio (C)

Expectativas y especificidad

C.8.5 El estudiante reconoce que las fuerzas producen cambios en el movimiento de los objetos.

C.8.5.1 Explica la Ley de Inercia

C.8.5.2 Explica la Ley del Movimiento

C.8.5.3 Explica la Ley de Acción y Reacción

Objetivos:

1. Mide la distancia que recorre un objeto cuando se le aplica una fuerza
2. Descubre que para que un objeto se mueva hay que aplicarle una fuerza
3. Concluye que la fricción es una fuerza que afecta el movimiento de los objetos
4. Establece relaciones entre la masa de un objeto y la cantidad de fuerza que hay que aplicarle para que se mueva.
5. Explica la relación que existe entre la masa y la aceleración de un objeto
6. Justifica con argumentos validos las leyes del movimiento de Newton que se presentan en la actividad.

Procedimiento

Cada etapa de enseñanza de la estrategia ECA consistió de un inicio, un desarrollo y un cierre con sus respectivas actividades de *assessment*. El proceso de enseñanza se extendió desde el 6 de febrero de 2008 hasta el 29 de febrero de 2008. En la fase de exploración, los estudiantes observaron una película de carreras de carros, la comentaron y la discutieron en grupos cooperativos. Luego hicieron presentaciones grupales acerca de los riesgos a que se someten los corredores de autos, y del peligro de perder la vida, además de las precauciones que debían tener al realizar deportes como estos. A través de la discusión socializada, se presentaron los conceptos que involucran las leyes de Newton y se dirigió al estudiante a relacionarlas con estas actividades. Los estudiantes comentaban acerca de estos conceptos e hicieron una lista en un papelote que se guarda para retomar al finalizar las actividades.

En la fase de conceptualización, los estudiantes realizaron diferentes actividades de laboratorio en el patio de la escuela. Éstas se realizaron en grupos cooperativos. Las actividades fueron: *el superbloque, la patineta, el globo loco y el vaso misterioso*. (Ver ejemplos en Cuadro 2). Cada actividad tenía una hoja trabajo que se corrigió con una rúbrica. Luego de esta serie de laboratorios, los estudiantes realizaron lecturas del libro de texto para clarificar dudas relacionadas al contenido aprendido. Se discutieron las puntuaciones de las rúbricas con los estudiantes utilizando como marco de referencia, las lecturas y los laboratorios ejecutados por ellos. En la fase de aplicación, los estudiantes retomaron el

instrumento CDA administrado en la fase de exploración para completarlo.

Cuadro 2. Actividades de Laboratorio	
El Superbloque	
Laboratorio	
Objetivo: Descubrir la Ley de Movimiento de Newton que relaciona la fuerza con la masa.	
Materiales por grupo cooperativo: Una cartulina; 2 tachuelas; Una liguilla; Dos bloques de cartón o madera; Una regla	
Procedimiento:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Marca en una cartulina dos puntos separados entre sí por una pulgada 2. Traza una línea que una los dos puntos y en los extremos coloca dos tachuelas. 3. En las tachuelas coloca una liguilla. 4. Estira la liguilla y coloca el bloque que entrega tu maestra. 5. Suelta el bloque y mide la distancia en cm que se movió el bloque. 6. Une dos bloques con cinta adhesiva y repite los pasos 4 y 5. 7. Contesta las preguntas que tu maestra te provee. 	
Hoja de Trabajo	
Nombre _____ Fecha _____ Grupo _____	
Distancia recorrida por 1 bloque _____	
Distancia recorrida por 2 bloques _____	
Contesta las siguientes preguntas	
<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Qué proveyó la fuerza para que el bloque se moviera? _____ 2. ¿Por qué se detiene el bloque? _____ 3. ¿Cuál de los dos bloques recorrió una distancia mayor? ____ ¿Por qué ocurrió esto? _____ 3. ¿Cómo se afectó la aceleración del bloque al duplicar la masa? _____ 4. ¿Cómo fue la fuerza ejercida en ambos casos? _____ 5. ¿Qué leyes del movimiento se ilustran en este experimento? Justifica tu respuesta _____ 	
El Globo Loco	
Laboratorio	
Materiales por grupo cooperativo 1 globo elástico; Cinta adhesiva; Una bola de pimpón; Dos sillas; 1 cordón de 4 metros de largo	
Procedimiento	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Amarra el cordón del espaldar de las sillas y sepáralas de manera que quede estirado y firme. 2. Llena el globo de aire y mantenlo cerrado sin amarrar su cuello. 3. Pídele a un compañero que pegue con cinta adhesiva dos tiras de papel de manera que el globo quede suspendido del cordón cerca del espaldar de una de las sillas. 4. Suelta el globo y anota lo que observas 5. Repite los pasos del 1 al 4 , colocando una bola de pimpón detrás del cuello del globo de manera que el aire que suelte choque con la bola 	
Suelta el globo y anota lo que observas.	
Hoja de Trabajo	
Nombre _____ Fecha _____ Grupo _____	
Observaciones al soltar el globo solo _____	
Observaciones al soltar el globo y la bola _____	
¿Hacia dónde sale y se mueve el aire del globo? _____	
¿Qué le sucedió a la bola? _____	
¿Qué leyes de movimiento se ilustra en esta actividad? Justifica tu respuesta _____	

Se ofreció a los estudiantes el instrumento de *assessment -Carta a un amigo-*, donde expresaron sus experiencias educativas con respecto a las Leyes de Newton. A través de una guía de preguntas (Ver Cuadro 3), el estudiante le explicaba a su amigo la importancia que tenía para su vida futura el haber estudiado las Leyes de Newton (Ver ejemplo de carta en Cuadro 4).

Cuadro 3. Instrumento de Assessment: Carta a un Amigo

Nombre _____ Fecha _____ Grupo _____

Instrucciones para la redacción de la carta a un amigo

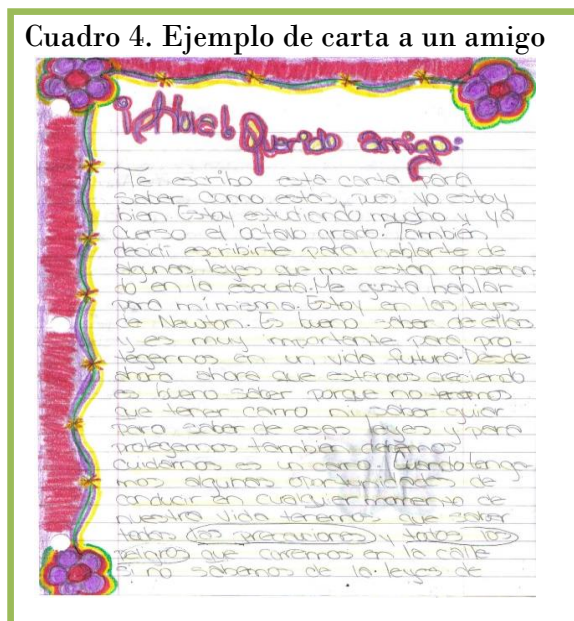
Escribe una carta a un amigo siguiendo los siguientes pasos:

1. Háblale de tus experiencias educativas las leyes del movimiento de Newton. Menciona brevemente las actividades que realizaron y cómo las realizaron.
2. Explícale la importancia que tiene para tu vida presente y futura el haber estudiado estas leyes.
3. Ofrece consejos para que pueda proteger su vida cuando vaya de pasajero en un automóvil, practique algún deporte extremo, o cuando tenga la oportunidad de conducir un automóvil. Recuerda basar tus consejos en las leyes de Newton.
4. Preséntale a tu amigo alguna actividad que harías para educar a otros jóvenes como tú acerca de la importancia de aprender y estudiar las leyes de Newton.
5. Invítalo a reunirse contigo para decidir cómo realizaran la actividad.

Rúbrica para la corrección de la carta a un amigo

Criterios	Puntuación
El estudiante:	
1. Menciona las leyes de Newton y explica los conceptos: inercia, reposo, movimiento, aceleración, masa y fricción	0 – 9
2. Explica por qué es importante para su vida futura y presente haber estudiado las leyes de Newton. Justifica su respuesta ofreciendo por lo menos tres razones basado en su aprendizaje de las leyes de Newton.	0 - 3
3. Ofrece consejos a su amigo para que éste proteja su vida cuando vaya de pasajero en automóvil, practique algún deporte extremo, conduzca un automóvil. Para cada consejo argumenta una ley.	0-3
4. Presenta una actividad a su amigo que hará para educar jóvenes sobre la importancia de las leyes de Newton , y le invita a reunirse para planificar cómo llevarán a cabo la actividad	0-3
Total	18

Cuadro 4. Ejemplo de carta a un amigo



Criterios de análisis

Los criterios que dirigieron el análisis de esta investigación se concentraron en dos dimensiones. La primera dimensión es el de la aplicación del contenido o concepto y la segunda es el logro de la transferencia del contenido o concepto. En la dimensión de aplicación de contenido los criterios de análisis fueron: fuerza, movimiento y Ley de Inercia. En la dimensión de transferencia del contenido los criterios de análisis fueron: seguridad, importancia del aprendizaje y prevención.

Los criterios fueron trabajados a través de los instrumentos de *assessment* que produjeron resultados para esta investigación.

Resultados y discusión de los hallazgos

Los resultados presentados en la Tabla 1 indican que los estudiantes aplicaron y transfirieron sus conocimientos relacionando los conceptos fuerza y movimiento con la Primera Ley de Newton. Estos resultados son explicados por Novak (1991), en cómo la nueva información aprendida, va dando lugar a cambios en el cerebro. Novak sostiene que cuando la nueva información se relaciona con algún aspecto de lo ya existente en la estructura cognitiva del individuo, se produce un proceso que conduce al aprendizaje significativo. Si los contenidos no son relevantes en la estructura cognitiva del individuo, la información nueva debe adquirirse de memoria. Esto es, cada fragmento o unidad de conocimiento se almacena arbitrariamente en la estructura cognitiva y se produce sólo aprendizaje memorístico: la información nueva no se asocia con los conceptos existentes y por ello se olvida con mayor facilidad. Es opinión del autor que el aprendizaje memorístico se produce cuando no se realiza ningún esfuerzo consciente por asociar el nuevo conocimiento con una estructura de conceptos o elementos de conocimiento que ya se encuentren en la estructura cognitiva.

Como por ejemplo, los estudiantes evidencian la aplicación del concepto fuerza cuando explican en el CDA cómo un concepto abstracto de fuerza (*“algo que no se ve”, “no es algo material”*) causa una consecuencia como lo es el movimiento. El ejercicio permitió que los estudiantes pudieran explicar la importancia de la fricción como una fuerza que ofrece otra resistencia que puede ser diferente dependiendo de la superficie (*“la fricción en el hielo es menos que en el cemento”*). En la dimensión de las unidades de medida, ellos expresan correctamente la unidad del Newton. Esto permite asociación entre el concepto (fuerza) y su unidad de medida (Newton). Los conceptos fuerza y movimiento se integraron para contextualizar la Ley de Inercia, no sólo como un principio natural de la física, sino como una operación matemática que tiene un resultado. Los estudiantes pudieron asociar la cantidad de masa con la resistencia al movimiento de un objeto (*“mayor masa, mayor resistencia al cambio”*). Asimismo, pusieron asociar todo lo anterior con el principio de inercia al sostener que *“a mayor masa, mayor la inercia”*. Es decir, la nueva información (los conceptos) se relaciona con algún aspecto de lo ya existente (fuerza y movimiento) en la estructura cognitiva de los estudiantes. El proceso promueve la aplicación para el logro del aprendizaje significativo. Los siguientes resultados obtenidos través del instrumento CDA, lo evidencian (Ver Tabla 1).

Tabla 1. Datos que evidencian la aplicación de los conceptos

Criterio de contenido	Comentario de aplicación	Frecuencia
Fuerza	La fuerza no se ve pero sus efectos se pueden observar	3
	La fuerza se mide en Newton	2
	$F = m \times a$	1
	La fuerza causa movimiento	1
	No es algo material, por eso no se puede tocar, oír, ni verla	4
	La fricción en hielo es menos que en el cemento	2
	Aplicar fuerza es empujar	1
	La fuerza es necesario para todo	1
Movimiento	Es causado por una fuerza	2
	Mayor masa mayor resistencia al cambio	3
	Mayor masa mayor inercia	3
	Objetos que están quietos se pueden mover	1
	Los que se están moviendo pueden cambiar de dirección o rapidez	6
	Cambio de posición en relación con objeto fijo	1
	Es causado por las fuerzas	2
	Es necesario para poder vivir	1
Ley de Inercia	Un objeto en reposo o en movimiento permanece igual a menos que se le aplique una fuerza	2
	Para que un objeto se mueva hay que aplicarle fuerza	2
	Si un objeto está en movimiento sigue en movimiento y si está quieto sigue quieto	2
	Mientras más masa tenga un objeto mayor será su inercia y mientras menos masa menor inercia	4

Los resultados de la Tabla 2 demuestran que los estudiantes transfirieron sus conocimientos a sus experiencias futuras, esto se manifiesta en sus comentarios. Como por ejemplo, pudieron analizar a través de la carta el concepto seguridad y se concienciaron en torno al uso de cinturón de seguridad (*“Usar cinturón de seguridad para salvar tu vida”*). Los estudiantes pudieron tomar conciencia de lo que tienen que hacer para prevenir accidentes. La prevención fue otro de los conceptos utilizados como criterio de análisis, en este caso para la transferencia en dos dimensiones: la importancia del aprendizaje y la importancia misma de la prevención. La tabla recoge unos datos significativos al respecto. Primero que todo, los estudiantes sostienen la importancia de la precaución como muy importante de haber aprendido los conceptos newtonianos. Segundo, los estudiantes sostienen que *“tu cuerpo va a seguir en movimiento”* a menos que una fuerza (el cinturón) se le oponga.

Los datos sostienen, que el aprendizaje más significativo se desarrolla cuando se adquieren a través de la exploración activada por la curiosidad y el deseo de saber. Los métodos de aprendizaje por descubrimiento ofrecen al estudiante la oportunidad de buscar, analizar, procesar manipular, transformar y aplicar la información. Este proceso ayuda al alumno a desarrollar estrategias para aprender a aprender. Este tipo de aprendizaje exige del alumno alta motivación y competencias específicas que a menudo no posee. Los datos que evidencian

la transferencia de los conceptos aparecen en la Tabla 2.

Tabla 2. *Datos que evidencian la transferencia de los conceptos*

Criterios de transferencia	Comentario de transferencia	Frecuencia
Seguridad	Para una vida y nos dan consejitos para evitar algún accidente o mantener mayor precaución, cuando por ejemplo, estamos conduciendo un auto o practicamos algún deporte	3
	Cuando tengas la oportunidad de conducir en cualquier momento de tu vida tenemos que saber las precauciones que tienes que tener porque ha habido muchos accidentes en las carreteras de personas borrachas	1
	Para protegernos en nuestro futuro	3
	Cuidarnos cuando vayamos de pasajeros el conductor vaya despacio	2
	Usar cinturón de seguridad para salvar tu vida	3
	No sacar la mano fuera de un carro en movimiento	1
Importancia del aprendizaje del concepto	Porque así tomaremos precaución cuando vaya guiando un auto o de pasajero	2
	Si voy a exceso de velocidad	2
	Puedo morir o matar a otras personas	3
	Nos podemos aprender a guiar por las leyes de Newton ahora que estamos creciendo	1
	Prevención si damos un cantazo, tu cuerpo va querer seguir en movimiento	3
	No hubiese aprendido las precauciones de cómo conducir un auto	1
Para tomar más precauciones cuando guíe o sea pasajero	1	
Prevención	Preparar charlas y reunir jóvenes para que recapaciten	1
	Invitarte a mi casa para actividad de choques y carreras de carros para que veas lo que es correr en autos	1
	Presentarles una película de carreras de autos e irles explicando las leyes de Newton mientras la observan	1
	Buscar a la maestra de ciencias para que le explique más claramente	1

Conclusión

Partiendo de la pregunta de investigación se puede concluir que la actividad de laboratorio es una técnica de enseñanza que fortalece la aplicación del aprendizaje con entendimiento de la Primera Ley de Newton, así como que las estrategias de *assessment* facilitaron la transferencia del conocimiento. Ocurre la aplicación con significado y entendimiento cuando las actividades que se desarrollen en la clase, ofrecen al estudiante la oportunidad de especular, explorar, criticar, justificar y permiten que éstos comuniquen sus ideas y escuchen las de otros.

Se entiende la importancia de diversificar las estrategias metodológicas en la clase, pues para mejorar el aprendizaje se puede recurrir a diversas formas de trabajo Scott, Asoko y Driver (1992) argumentan que:

Cualquiera que sea la estrategia que se adopte, es sin embargo un punto central desde la perspectiva de los estudiantes, que el conocimiento no se les

entregue “listo”. Ellos son quienes deben asumir la responsabilidad final de darle sentido a las actividades de aprendizaje (p.325).

También se puede concluir que el uso de los postulados de las Teorías del Aprendizaje Significativo y la Teoría de Aprendizaje por Descubrimiento se complementan para lograr la aplicación y la transferencia del conocimiento a través de su vida diaria. Los objetivos planteados en esta investigación se lograron enriquecer con las experiencias de laboratorio con significado y pertinencia. También los ayudó a conectarlas con el conocimiento adquirido de la Primera Ley de Newton. Partiendo de esta explicación se sostiene que se debe contextualizar las actividades del proceso enseñanza - aprendizaje para que sean más cercanas a la experiencia cotidiana. Es decir, aquellas que tienen sentido para el estudiante, despiertan su interés, favorecen una disposición positiva hacia el aprendizaje.

Limitaciones

Esta investigación tuvo algunas limitaciones. Una de ellas fue que los conceptos no pudieron ser contextualizados con un viaje de campo a la pista de carreras de autos. Hubo conflicto con el tiempo y el lugar donde éstas se ofrecen. Otra limitación fue el conflicto de huelga ocurrido en el Sistema Público Educativo del país durante el mes de febrero. Aunque los estudiantes asistieron, el clima organizacional limitó las funciones y provocó preocupaciones en la comunidad escolar.

Recomendaciones

La enseñanza de las Leyes de Newton, como concepto científico-matemático, debe enseñarse de manera integral. La enseñanza de las leyes newtonianas no debe ofrecerse separando una de la otra. A través de la enseñanza integral, el estudiante puede contextualizar las consecuencias que causa un aumento de la fuerza y de la masa en el reposo o movimiento de los cuerpos. Los estándares del Departamento que se refieren a este contenido deben mejorarse ya que el desconocimiento de éstos puede llegar a causar que los educadores no le den la prioridad que conllevan. Los estándares sólo se limitan a la explicación conceptual de las leyes y no a su aplicación. La enseñanza de las Leyes de Movimiento deben tener mayor especificidad y trabajarse desde lo que es pertinente y significativo para los estudiantes. Se recomienda la aplicación de éstas en diversos escenarios y contextos para beneficiar a nuestros jóvenes a tomar conciencia sobre éstas en su vida.

Reflexión final

La experiencia de comunidad de práctica y de la investigación en acción ha permitido mejorar la práctica docente en la sala de clase. Además de entender que toda enseñanza debe ser dirigida a que el estudiante logre transferir y aplicar su conocimiento, crear conciencia en el estudiante de la relevancia que tiene para su vida el contenido que se le enseña, y por ende un ciudadano que pueda tomar decisiones y resolver problemas. Por mi esta investigación me llevó a aclarar conceptos, a conocer mis limitaciones y a fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Referencias

- Aguirre, M. (2001). *Assessment en la sala de clase: Modelos prácticos para obtener, organizar y presentar información del proceso de enseñanza aprendizaje*. San Juan, Puerto Rico: Publicaciones Yuquiyú
- Ausubel, D. P. (1973). Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento. En S. Elam, (Comp.), *La educación y la estructura del conocimiento. Investigaciones sobre el proceso de aprendizaje y la naturaleza de las disciplinas que integran el currículum*. Buenos Aires: Ed. El Ateneo pp. 211-239.
- Ausubel, D.P. (1976). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- Ausubel, D. P. (2002). Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva. Barcelona: Ed. Paidós.
- Blández, J.A. (2000). *La investigación en acción. Un reto para el profesorado*. España: Publicaciones Inde.
- Gardner, H. (1999, Septiembre). Del proyecto cero a la comprensión: *Cuadernos de pedagogía*, 261, 15.
- Henríquez, A. (1993). Aprendizaje por descubrimiento o proyecto de investigación: Posibilidades y cambio. *Maestros y cambio*, 2(4), pp. 3-4.
- Novak, J. D. (1991). Ayudar a los alumnos a aprender cómo aprender. *Enseñanza de las ciencias*, 9(3), pp.215-228.
- Perkins, D. & Salomon, G. (1992) "Transfer of learning". En *International Encyclopedia of Education*. (2da.ed.) Oxford, England: Pergamon Press.
- Pozo, J. I. (1989). Teorías cognitivas del aprendizaje. Madrid: Ed. Morata.
- Rodríguez, M.L. (2004). La teoría del aprendizaje significativo. Concept Maps: Theory, Methodology, Technology Proc. of the First Int. Conference on Concept Mapping J. Cañas, J. D. Novak, F. M. González, Spain: Eds. Pamplona.
- Scott, P.H., Asoko, H.M. & Driver, R.H. (1992) Teaching for conceptual change: a review of strategies. *Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies* 310-329.

EL FORTALECIMIENTO DE LAS DESTREZAS DE MULTIPLICACIÓN A TRAVÉS DEL USO DEL JUEGO: INVESTIGACIÓN EN UNA SALA DE CLASES DE MATEMÁTICAS DE SÉPTIMO GRADO (2007-2008)

Mildred Ortiz Martínez,
Escuela de la Comunidad Ramón Torres Rivera

Mayra R. Martínez Plana,
Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras

A lo largo de los años se ha observado que a los estudiantes de séptimo grado de la Escuela Ramón Torres Rivera se les hace muy difícil desarrollar, en cualquier situación, el algoritmo de las destrezas de multiplicación. El algoritmo en matemáticas, es un método de resolución de cálculos complicados mediante el uso repetido de un método de cálculo más sencillo. Esta dificultad y la pobre ejecución de uno de los grupos de séptimo grado en las Pruebas Puertorriqueñas de Aprovechamiento Académico despertaron inquietud en la investigadora por la educación en nuestro país.

La educación es una fuerza poderosa en nuestra sociedad, que debe ser dinámica y mantenerse en constante cambio para que sea efectiva. La sociedad puertorriqueña ha experimentado grandes cambios económicos y sociales durante las últimas décadas. Estos cambios han hecho surgir diversas necesidades educativas. Los niños y los jóvenes necesitan nuevos conocimientos, destrezas y actitudes que les permitan entender y mejorar el mundo. Es por esto que es necesario buscar alternativas que ayuden a reconocer dónde está el verdadero problema, para que los estudiantes no estén llegando a ese nivel de excelencia que se ansía. Un área de gran dificultad al multiplicar es utilizar las tablas basadas en la memoria sin sentido. Es por esto que, presentan dificultades serias en desarrollar otras destrezas como la división, multiplicación de enteros positivos o negativos, ecuaciones, entre otros.

Los objetivos establecidos en esta investigación acción fueron: a) Evaluar cómo diferentes actividades de juego desarrollan y fortalecen el entendimiento del algoritmo de las destrezas de multiplicación; y b) Evaluar la importancia de las actividades lúdicas para el mejoramiento de las actitudes de los estudiantes hacia las matemáticas. Las preguntas guías de la investigación acción fueron: a) ¿Cómo los estudiantes del grupo 7-2 desarrollan y fortalecen las destrezas de multiplicación a través de diferentes actividades de juego? b) ¿Cómo las actividades lúdicas ayudan a mejorar las actitudes de los estudiantes de 7-2 hacia las matemáticas?

Revisión de la literatura y marco teórico

En esta investigación se hizo referencia a las destrezas de multiplicación que los estudiantes deben dominar. Una destreza es la capacidad de ejecutar una actividad con el grado de competencia necesaria para adquirirla o desarrollarla. También estuvieron presentes las experiencias lúdicas a través del juego. Estas son actividades que producen motivación en el alumno (Álvarez 1988). Una experiencia o actividad lúdica es el juego. Álvarez (1988), explica que el juego es la forma natural de aprender del niño. A través de los juegos el niño puede aprender a captar las ideas matemáticas de una manera interesante y divertida.

Hernández (1999) publicó un estudio exploratorio que sugería que los alumnos de elemental e intermedia que usan juegos activos, aprenden mejor los conceptos numéricos que los alumnos que usan un libro de ejercicio para estudiar los mismos conceptos. El maestro creativo considera los juegos como un vehículo importante con el cual los niños pueden experimentar con ideas matemáticas, descubrir y resolver problemas. Las ayudas multisensoriales pueden proporcionar los estímulos para la adquisición de preceptos, tan necesarios, para la construcción de una base sólida de desarrollo de conceptos de matemáticas (Álvarez, 1999) Los juegos proporcionan de una forma natural, el estímulo que motiva al niño a comprender las matemáticas. Cualquier participación en los juegos permite ver claramente que, “saber los hechos numéricos bien”, hace el que el juego sea más divertido.

Actualmente son muchos los teóricos que no dudan en afirmar la importancia y conveniencia de utilizar juegos y actividades lúdicas en el salón de clases. Científicos procedentes de distintas disciplinas: psicólogos, pedagogos, didactas y matemáticos entre otros, coinciden en que la actividad lúdica constituye una pieza clave en el desarrollo integral del niño. Por otro lado, cada día aumentan las publicaciones de profesionales de la enseñanza, de todos los niveles, que comunican sus experiencias con juegos matemáticos en el salón de clase, con un alto grado de satisfacción (Díaz, 2004).

Se encontró que en España y otros países hay orientaciones que explícitamente recomiendan el juego y actividades lúdicas como recurso para el aprendizaje de las matemáticas, ya que son muchas las ventajas y los posibles beneficios y estos superan las dificultades que conlleva una organización del salón distinta a la habitual. Se ha observado, como un buen juego en una clase de matemáticas produce satisfacción y diversión al mismo tiempo que requiere de los participantes esfuerzo, rigor, atención, memoria entre otras destrezas. Se ha comprobado cómo algunos juegos se han convertido en poderosas herramientas de aprendizajes matemáticos (Caneo, 1987). Jean Piaget (1981) destaca, tanto en sus escritos teóricos como en sus observaciones clínicas, la importancia del juego en los procesos de desarrollo. En ellas relacionó el desarrollo de los estados cognitivos con el desarrollo de la actividad lúdica. Es así, como las diversas formas de juego que surgen a lo largo del desarrollo infantil tienen una consecuencia directa con las transformaciones que sufren paralelamente las estructuras cognitivas del niño.

Los juegos con contenidos matemáticos se pueden utilizar para: favorecer el desarrollo de los contenidos matemáticos en general y del pensamiento lógico y numérico en particular,

desarrollar estrategias para resolver problemas, introducir, reforzar o consolidar algún contenido concreto del currículo. Diversificar las propuestas didácticas, proveer tiempo para el diálogo con el estudiante durante el proceso acerca de lo que se aprende del juego (Riveros & Zannoco, 1981). Le da oportunidad al maestro de interactuar de forma individual o en grupo y de analizar en forma colectiva los procesos. El juego ayuda a potenciar la comunicación de las vivencias y estimula a la verbalización de los aprendizajes realizados. Teniendo en cuenta las destrezas y lo lúdico, ya previamente discutido, el marco teórico de la investigación es la Teoría del Desarrollo Cognoscitivo de Jean Piaget (1981) y la Teoría del Aprendizaje Significativo de David Ausubel (1983). Ambas teorías explican la cognición humana desde diferentes perspectivas.

De acuerdo a la teoría del desarrollo cognoscitivo de Jean Piaget el ser humano progresa cronológicamente a través de cuatro etapas consecutivas. Piaget (Bell, 1978) sostiene que el orden en que estas etapas suceden no varían. Las etapas explicadas por Piaget son la sensorio motriz, la pre operacional, la operacional concreta y la de operaciones formales.

La etapa sensorio-motriz se extiende desde el nacimiento hasta cerca de los dos años. En esta etapa el aprendizaje del infante consiste en el desarrollo y organización de sus actividades físicas y mentales en lo que se define muy bien en secuencias de actividades llamados esquemas. La etapa pre operacional se extiende desde los dos hasta los siete años. En esta etapa el niño es egocéntrico y puede asimilar muchas experiencias en esquemas desarrolladas de su ambiente inmediato, y observa todo en relación a él. Se le dificulta diferenciar entre lo que es real y lo que es fantasía. La etapa operacional concreta se extiende desde los siete hasta los doce años. La etapa se distingue por la disminución en el egocentrismo. El niño juega en compañía de otros niños, puede clasificar objetos con varias características en conjuntos y en subconjuntos. Sin embargo, falla en ver significados escondidos, pero es capaz de trabajar con relaciones complejas entre clases, y revertir operaciones y procesos. La etapa formal operacional se extiende desde los doce años en adelante. El niño es capaz de considerar puntos de vista simultáneos. Puede formular teorías, generar hipótesis y puede probar varias hipótesis. Piensa inductivamente y deductivamente y entiende y aplica conceptos complejos, combinación, proporciones, correlaciones y probabilidad. También puede concernir lo infinitamente largo, lo infinitamente pequeño.

Piaget (en Bell, 1978), creía que estos cinco factores de maduración, experiencias físicas, experiencia lógico matemática, transmisión social y el equilibrio, son fundamentales para el desarrollo intelectual del niño. Sostiene que cada uno debía estar presente si la persona progresaba a través de las cuatro etapas del desarrollo intelectual. Las etapas, como consecuencia natural, no tienen punto de partida o final. El progreso de una etapa a otra ocurre en un periodo de tiempo y es individual y puede actuar en la habilidad del niño presentando un alto orden de proceso mental a través de esa transición. Como por ejemplo, el adolescente que ha desarrollado su capacidad intelectual en la etapa formal operacional tiene estructuras mentales necesarias para llevar a cabo operaciones. Piaget creía que la operación formal no puede desarrollarse en la mente sin intercambio y coordinación de los puntos de vista entre la gente (Bell, 1978).

Ausubel (en Salazar, 2003) sostiene que deben darse varias condiciones para que se produzca el aprendizaje con significado. Las condiciones que él explica son: 1- Significatividad lógica: que se refiere a la estructura interna del contenido, 2- Significatividad psicológica: que se refiere a que puedan establecerse relaciones no arbitrarias entre los conocimientos previos y los nuevos; y 3- Motivación que describe una disposición subjetiva para el aprendizaje en el estudiante. Existen tres tipos de necesidades: poder, afiliación y logro. La intensidad de cada una de ellas, varía de acuerdo a las personas y genera diversos estados motivacionales que deben ser tenidos en cuenta.

Como afirmó Piaget (1981), el aprendizaje está condicionado por el nivel de desarrollo cognitivo del alumno, pero a su vez, como observó Ausubel, el aprendizaje es a su vez, un motor del desarrollo cognitivo. Pero el punto central es que el aprendizaje es un proceso constructivo interno y en este sentido debería plantearse como un conjunto de acciones dirigidas a favorecer tal proceso. Y es en esta línea, que se han investigado las implicancias pedagógicas de los saberes previos. Ausubel (en Salazar, 2003) a través del aprendizaje significativo, los nuevos conocimientos se incorporan en forma sustantiva en la estructura cognitiva del alumno. Esto se logra cuando el estudiante relaciona los nuevos conocimientos con los anteriormente adquiridos. También es necesario que el alumno se interese por aprender lo que se le está mostrando. Las ventajas del aprendizaje significativo es que produce una retención más duradera de la información. Facilita el aprender nuevos conocimientos relacionados con los anteriormente aprendidos de forma significativa, ya que al estar relacionados con la estructura cognitiva se facilita la retención del nuevo contenido. La nueva información al ser relacionada con la anterior, es guardada en la memoria a largo plazo. El aprendizaje es significativo porque es activo y personal. Es activo, pues depende de la asimilación de las actividades de aprendizaje por parte del alumno. Es personal, ya que la significación del aprendizaje depende de los recursos cognitivos del estudiante (Salazar, 2003).

Diseño metodológico

La metodología seleccionada para este estudio es la investigación en acción. Según Kemmis y McTaggart (1988), es “una forma de indagación introspectiva, colectiva, emprendida por participantes en situaciones sociales con objeto de mejorar sus prácticas sociales o educativas, así como su comprensión de esas prácticas y de las situaciones en que éstas tienen lugar (pág. 8)”. Según Blández (2000), esto implica que es:

...una participación activa, en la que no sólo se aprende de los demás, sino que también los demás aprenden de ti. La experiencia, la opinión, la aportación de cada participante es con lo que se construye y se va desarrollando la investigación (p.24).

Partiendo de estas premisas se hizo la selección de la población y la muestra para la investigación.

Población y muestra

La población de este estudio fue seleccionada por la disponibilidad de la investigadora, la accesibilidad del grupo, el costo de los materiales y el tiempo disponible para realizar las actividades. La muestra estudiada fue el séptimo grado (7-2). Este consta de 5 niñas y 9 niños, de los cuales 4 son de educación especial. Los acomodos para estos estudiantes de educación especial fueron la modificación del juego en un tablero de piso, donde aplicaban los mismos conceptos mediante la actividad psicomotriz y el trabajo en grupo cooperativo donde se ayudaban unos a otros. Los padres de los estudiantes participantes firmaron una Hoja de Consentimiento Informado en que autorizaban la participación de sus hijos en el estudio, el recogido y uso de evidencias de su aprendizaje y de fotos de los estudiantes durante las actividades de la investigación acción.

Instrumentos de *assessment*

Las actividades de enseñanza fueron el aprendizaje activo a través del juego y el aprendizaje cooperativo. Entre los instrumentos que se utilizaron están la prueba diagnóstica, esta se administró a los estudiantes antes de empezar con las diferentes actividades de enseñanza para recoger sus conocimientos previos. El propósito de ésta es ver cuánto conocimiento tiene el alumno con respecto a las destrezas de multiplicación. Se trabajó con la multiplicación de 1, 2, 3 y 4 dígitos en el primer factor, multiplicados por un dígito en el segundo factor. En la prueba también solucionaron problemas verbales, donde a través de una situación, ellos tenían que identificar los factores y la operación. Mientras los estudiantes realizaban la prueba, la investigadora utilizó una lista de cotejo para documentar el proceso que llevaban los estudiantes para contestar la prueba.

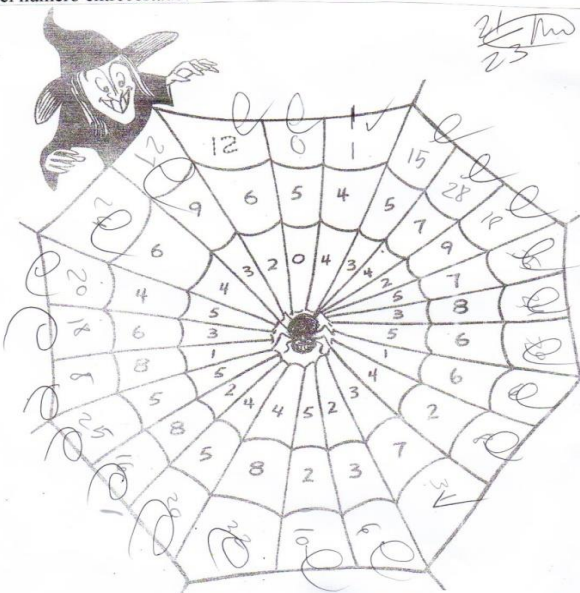
Luego de esta actividad los estudiantes realizaron varias actividades de aprendizaje, entre éstas se encuentran ‘El bingo’ y ‘El cuadrado mágico.’ y ‘El gato’. En la actividad ‘El gato’ los estudiantes tuvieron la oportunidad de salir al patio y la trabajaron en dos equipos siguiendo las instrucciones que se le ofrecieron. Como actividades de inicio se utilizaron ejercicios como los que aparecen en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Ejemplos de actividades de Inicio

Nombre Jonathan E Ovalle Fecha 19 de febrero del 2008
 Grupo 7-2 Sra. Mildred Ortiz Martínez

Capturados en la telaraña

La bruja Wanda P. se esta moviendo dentro de la telaraña, para formarla. Multiplica cada problema y completa la telaraña. Comienza por el número entrecortado.



Nombre Hilary S Diaz Fecha 21 de febrero 2008
 Grupo 7-2 Sra. Mildred Ortiz

Completa la tabla de multiplicar de la derecha hallando los productos horizontales y verticales

5	2	100
4	3	12
20	6	120

♥
"SUERTE"

Al finalizar estas actividades, los estudiantes desarrollaron un ejercicio de reflexión en la cual expresaron sus sentimientos con respecto al aprendizaje que llevaron a cabo. En éste los estudiantes indicaron como se sentían al realizar la actividad, porqué se sentían de esa manera, y cómo llegaron a los resultados al realizar ésta. Finalizadas las actividades, éstos tomaron la post- prueba y se le administró un CDA. Este instrumento de evaluación es una técnica de "assessment" que Aguirre (2001) define como un tipo de organizador gráfico cuyas siglas representan: C= lo que Conozco, D= lo que Deseo Aprender, y A= lo que Aprendí. Es la traducción del instrumento en inglés llamado KWL (K= "What I know", W= "What I want to know" y L = "What I learned"). El CDA utilizado incluyó los conceptos multiplicación, factores y producto para que los estudiantes indicaran lo que conocían, lo que querían conocer y lo que aprendieron acerca de estos conceptos.

Procedimiento de las actividades de enseñanza

El recogido de datos de la investigación se llevo a cabo desde el 15 hasta el 22 de febrero de 2008. El primer día se administró la prueba diagnóstica. En los siguientes tres días se utilizó

el juego del bingo como actividad lúdica (Ver foto). El estudiante buscaba en el cartón el número que faltaba en la tarjeta que se le mostraba y el primero que hiciera una línea horizontal, vertical o diagonal de 5 números, era el ganador. El ganador obtenía un regalo. Al final de las actividades del bingo, escribían una reflexión de cómo se sentían y cómo llegaban a los resultados. También se hizo la actividad de un cuadrado mágico de multiplicación. La actividad consiste de un cuadrado con filas y columnas que tienen numerales, que al ser multiplicados de forma vertical y horizontal se obtiene un producto. La actividad se llevó a cabo y luego fue discutida.

El cuarto día se hizo el ejercicio psicomotriz llamado El gato, el cual es un juego de multiplicación (Ver foto). Este ejercicio consta de un cuadrado de tela de saco en el que estaban escritos los productos. Este cuadrado se coloca en el piso como si fuera un tablero de juego, en el que los niños recorren según las instrucciones que le dé el líder de su grupo cooperativo. El último día, los estudiantes contestaron la post-prueba para tener evidencia cuantitativa del cambio.

Criterios de análisis

Los criterios utilizados para dirigir el análisis fueron divididos en dos categorías. Una, la categoría afectiva, que fue explorada a través de la actitud de los estudiantes el concepto de multiplicación y la otra, la cognoscitiva, para explorar el entendimiento de los conceptos. Los aspectos afectivos examinados fueron: el uso de la estrategia de aprendizaje cooperativo, la exploración de cuáles eran los sentimientos de los estudiantes durante la experiencia y cuán importante era el juego para la enseñanza. Los aspectos cognoscitivos del entendimiento

examinados fueron: el nivel de entendimiento del contenido o el concepto, el proceso que fue utilizado por el estudiante al multiplicar, la importancia del aprendizaje, las debilidades o áreas a mejorar y fortalezas del aprendizaje con entendimiento. Las categorías fueron utilizadas como criterios de análisis que arrojaron resultados para la investigación.



Resultados y discusión de los hallazgos

Para conocer cómo influyen diferentes actividades de juego para fortalecer el entendimiento del algoritmo de las destrezas de multiplicación, se utilizaron las reflexiones y el CDA como instrumentos de recolección



de datos. En las reflexiones y el CDA, se observó que los educandos presentaban una disposición positiva hacia las estrategias utilizadas, es decir, juegos educativos, lo que se reflejó en la participación activa de éstos, al momento de trabajar con la metodología antes mencionada.

Al momento de trabajar con los juegos educativos, se constató que éstos influían en diversos aspectos, es decir, no sólo en una mejor disposición hacia el aprendizaje de las matemáticas, sino que, además, en aspectos como la disciplina. El trabajo con juegos grupales propició una interacción constante, que permitió el desplazamiento de los alumnos de un lugar a otro. De esta forma, se mantuvieron activos durante los ejercicios desarrollados, y se generó un ambiente diferente a través de la experiencia lúdica del juego. Los resultados (Tabla 1) indican que hubo un cambio en la actitud hacia las destrezas de multiplicación y el modo de aprenderlas.

Tabla 1. *Resultados afectivos: Actitud de los estudiantes*

Criterios	Actitud de los Estudiantes
Aprendizaje Cooperativo	Aprendí a jugar en equipo (2), lo que es jugar en equipo (1), aprendimos a trabajar en equipo (2), nosotros nos ayudamos todos (2), los compañeros decían las tablas (1), fue divertido compartir (1), estaba con mi grupo (2) y multiplicando con la ayuda de mis compañeros (3).
Sentimientos	Alegre porque a veces es bueno multiplicar (2), el juego es divertido (3), estaba bueno el juego (3), preocupada por que no sabía algunas (2), alegre porque estábamos haciendo juegos con las tablas de multiplicar (3) y no me gusto porque duro poco (1).
Importancia del juego	Ayuda a aprender las tablas de manera divertida y <i>tripi</i> (3), a seguir instrucciones (6) y a trabajar ayudándonos unos a otros (5).

La aplicación de esta metodología propició que, a partir de los juegos realizados en grupos, los alumnos y alumnas desarrollaran la cooperación, y la competencia. En el caso de la cooperación, esta se logró constatar en el trabajo grupal en el cual cada grupo hacia la tarea para un fin: ayudarse mutuamente en resolver los problemas para beneficio del grupo. Este aspecto se evidencia cuando concluye que “*Aprendimos a jugar en equipo*”, “*Fue divertido compartir* y “*Nosotros nos ayudamos todos*”. Del mismo modo, el ambiente propició las condiciones para la competencia constante entre los grupos. Los estudiantes participaban motivados al ejecutar de manera correcta las actividades, y más rápidamente obteniendo una recompensa para el primer grupo que terminara. También se logró evidenciar a través del cuestionario de incidencias, que se produjo un cambio en la disposición por parte de los alumnos y alumnas, hacia las matemáticas.

Además del criterio de afectividad, el otro criterio de análisis lo fue el aprendizaje con entendimiento. La dimensión cognoscitiva de la investigación arrojó resultados interesantes (Tabla 2). Las actividades de juego que se usaron, estaban encaminadas a aclarar dudas y reforzar las destrezas de multiplicación, con la finalidad de lograr un aprendizaje motivado y con significado en la solución de problemas. En otras palabras aprender a aprender. Según Ausubel (1993), aprender es sinónimo de comprender e implica una visión del aprendizaje basado en los procesos internos del alumno, de forma que sea basada en su experiencia previa y no sólo en sus respuestas externas. Esto lo ayudará a guardar en el área del pensamiento

prolongado, el cual podrá utilizar como base en todas aquellas destrezas matemáticas que lo necesite (*“Aprendí más sobre las tablas de multiplicar”*). El mejoramiento en destrezas de multiplicar se corroboró también mediante la prueba diagnóstica y la pos prueba que se administró a los estudiantes.

Tabla 2. *Resultados Cognoscitivos: Entendimiento de los Estudiantes*

Criterios	Aprendizaje de los Estudiantes
Contenido	Aprendí más sobre las tablas de multiplicación y aprendí las tablas de multiplicar (14)
Proceso que usa el estudiante para multiplicar.	Sumar (2), contar con los dedos (3), hacer palitos (2), cálculos en un papel (2), hacer bolitas (1), pensando y multiplicando (4).
Importancia del Aprendizaje	Porque en el futuro nos encontraremos con muchos números en la Superior, Universidad y en el Trabajo (7). Las vamos a usar en el futuro (7).
Debilidades	Algunos no sabían las tablas y se paraban en otros lados (7). Se confundió por le gritaron para que avanzara (7).
Fortalezas	Estudiar y practicar las tablas de multiplicación en el hogar (14).

Según Piaget, los niños que tienen doce (12) años están en la etapa concreta operacional, y los de 13, en la operacional formal. Se observaron varias formas que los catorce estudiantes utilizan para multiplicar. Algunos, en vez de multiplicar sumaban, otros hacían “palitos”, otros escribían las operaciones, y hacían “bolitas”. Sólo cuatro estudiantes (4) multiplicaban sin ningún otro recurso concreto. Como consecuencia el desarrollo intelectual de muchos de ellos todavía no han alcanzado la etapa formal, por tal razón no tienen la estructura y la madurez necesaria para ejecutar este tipo de cálculo.

Conclusión

La implementación de recursos pedagógicos innovadores, como son los juegos educativos en las clases de educación matemática, genera una serie de ventajas. Primero que todo, el uso de estos recursos permite captar la atención de los alumnos y alumnas, generando en ellos el deseo de ser partícipes activos de las actividades que se desarrollan. Los juegos, al ser utilizados para una función educativa provocan en ellos dos efectos: la diversión y la enseñanza. De esta forma el aprendizaje es significativo, por lo cual, no será olvidado por el estudiante y perdurará a través del tiempo.

Las estrategias metodológicas utilizadas cumplen la función de invitar al alumno o alumna a aprender a partir de sus conocimientos y capacidades. Además desempeñan funciones de socialización, aumentando el interés y desarrollando procesos de pensamiento, siendo un agente que rompe con la rutina de las clases típicas. Es aquí en donde el docente cumple un rol de mediador de los aprendizajes, por ello debe saber manejar los factores que pueden influir en el desarrollo de las clases, tal como es el caso de la indisciplina, frente a la cual se debe poseer un dominio de la metodología a utilizar, como de igual forma un dominio de

grupo. El manejo de dichos factores por parte del docente permitirá alcanzar los objetivos planteados.

A partir de lo expuesto anteriormente, se concluye que la mayoría de los estudiantes demostraron dominio mediante las actividades de juego. A través de las reflexiones se evidenció una mejor actitud hacia las destrezas de multiplicación. Los estudiantes estaban motivados y confiados al realizar los cálculos. En estas experiencias se fortalecieron las destrezas cognitivas, tales como la memoria y la transferencia del contenido en las diferentes actividades. En los ejercicios se demostró que los estudiantes utilizaron un proceso uniforme para resolver los ejercicios numéricos y los problemas verbales. Esto demuestra que los estudiantes pudieron desarrollar las destrezas con un mínimo de dificultad, si se les involucra en actividades lúdicas, no amenazantes para ellos. Esto es, expresar, sentir, comunicar y producir emociones orientadas hacia el entretenimiento, diversión y el esparcimiento.

Limitaciones

Las limitaciones de esta investigación fueron que durante la semana del 15 al 22 de febrero fue la huelga de maestros y las actividades estaban diseñadas para un grupo de un área geográfica en particular. La huelga de maestros creó la dificultad de ausentismo en los estudiantes por el miedo de los padres a que le sucedieran incidentes desagradables. La huelga generó mucha ansiedad y miedo en toda la comunidad escolar.

Recomendaciones

Todo maestro de matemáticas, especialmente aquel que enseña de sexto a noveno grado, puede recibir estudiantes con las características que distingue el pensamiento operacional concreto, aunque tengan 13 ó 14 años. La teoría piagetiana no considera las variaciones en el desarrollo cognoscitivo del joven. Por lo tanto, hay que proveerles estrategias de aprendizaje con significado que sean apropiadas para ejecutar las operaciones concretas. De esta forma, es necesario planificar actividades que ayuden al estudiante a progresar hacia el logro del pensamiento abstracto en el que se fomente el desarrollo de conceptos, durante la adquisición de unas experiencias físicas y lógico-matemáticas. El proceso se puede llevar a cabo a través de la experiencia social poniendo en práctica lo aprendido, y un equilibrio interno que le ocurre cuando se conoce y se domina el concepto.

Partiendo de la experiencia se puede recomendar que sigan trabajando con estas comunidades de práctica, ya que ayudan a los maestros a desarrollarse en el área de la investigación acción y a buscar la manera de refrescar el trabajo educativo diario para que los estudiantes construyan su propio aprendizaje basado en sus experiencias.

Reflexión final

La experiencia de comunidades de práctica y de la investigación en acción ha permitido que pueda ver las diferentes alternativas o estrategias constructivista y humanista que tengo, para buscar que los estudiantes se desarrollen al máximo en las diferentes destrezas. De esta manera buscar el aprendizaje de excelencia que tanto ansiamos para nuestra juventud. Esta

experiencia me ayudó a sentir mayor confianza en el trabajo que hago con los estudiantes y a evaluar mis estrategias de enseñanza.

Pude evaluar diferentes teorías de enseñanzas que enmarcan el perfil de los estudiantes en cuanto a sus conocimientos y que son flexibles para incluir a aquellos estudiantes que no caen bajo la norma. La reflexión en mi práctica se dio de manera efectiva, ya que esto amplió mi horizonte en cuanto a conocimiento, para seguir con actividad e investigaciones que fomenten el aprendizaje con entendimiento de forma activa. Que los estudiantes pasen por el proceso de construir su propio aprendizaje, siendo el maestro un simple facilitador.

Referencias

Aguirre, M. (2001). *Assessment en la sala de clase: Modelos prácticos para obtener, organizar y presentar información del proceso de enseñanza aprendizaje*. San Juan, Puerto Rico: Publicaciones Yuquiyú.

Álvarez, F. (1988). *¿Por qué nos interesa el juego?* Argentina. Santiago: Ediciones . Paidós

Álvarez, F. (1999)

Ausubel, (1983). *Psicología Educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México: Editorial Trillas

Ausubel, (1993)

Bell, F.H. (1978). *Teaching and Learning Mathematics in Secondary Schools*. Dubuque: Brown Company Publishers.

Blández, J.A. (2000). *La investigación en acción. Un reto para el profesorado*. España: Publicaciones Inde.

Caneo, M. (1987). *El juego y la enseñanza de la Matemáticas*. Tesis para obtener un título de profesor. Universidad Católica de Temuco.

Chadwick, M. (1990). *Juegos de razonamiento lógico*. Santiago: Editorial Andrés Bello.

Díaz, P.(2004). *Revista virtual matemática, educación e Internet: El carácter lúdico de las curiosidades matemáticas en el marco de la enseñanza de la matemática*. Recuperado en <http://www.cidse.itcr.ac.cr/revistamate/MundoMatematicas/Vol5n1Jun2004/nod3.html>

Hernández, J. (1999). *Las actitudes de los alumnos hacia las matemáticas*. El Papel de los Materiales Didácticos. Departamento de Análisis Matemático: Universidad de la Laguna.

Kemmis, S. y McTaggart, R. (1988). *Como planificar la investigación-acción*. Barcelona: Laertes.

Piaget, J (1981). *La formación del símbolo en el niño*. México: Editorial Fondo de Cultura Económica.

Riveros, M; Zannoco, P. (1981) *¿Cómo aprenden matemáticas los niños?* Santiago: Ediciones Nueva Universidad .

Salazar, E. (2003). *Aprendizaje significativo y organización de la enseñanza. Un modelo basado en la teoría de Ausubel*. Curso: Didáctica de las Ciencias Naturales.

REFLEXIONES DE LAS ENLACES DEL EQUIPO DE INVESTIGACIÓN EDUCATIVA DE LA ZONA DE HUMACAO (2006-2007 Y 2007-2008)

Graciela Roig
Antonia Rivera Rivera

Composición de la comunidad de práctica

La composición de la primera comunidad de práctica en Humacao la constituyeron diez maestras de cinco escuelas participantes del proyecto AIACiMa de la zona. Tres de una escuela segunda unidad, rural, del pueblo de Patillas; cuatro de dos escuelas elementales rurales del pueblo de Humacao, dos de una escuela superior rural del pueblo de Yabucoa y una de una escuela intermedia urbana del pueblo de San Lorenzo.

La segunda comunidad de práctica en investigación quedó constituida por siete miembros, seis mujeres y un varón. Tres maestras impartían clases en una segunda unidad (elemental e intermedia rural) del Pueblo de Patillas, una en K-3 y dos en ciencia; éstas también habían participado de la primera comunidad de práctica. Otras dos maestras impartían clases de ciencia en una escuela superior rural del Pueblo de San Lorenzo y los últimos dos daban clases de matemáticas en escuelas elementales rurales de los municipios de Arroyo y Las Piedras.

Fortalezas de realizar investigación en el salón de clases en una comunidad de práctica

Al evaluar las fortalezas de esta experiencia de dos años, podemos afirmar que la principal de ellas es que se lograron los dos objetivos propuestos. Entendemos que la comunidad de práctica resultó ser una modalidad de desarrollo profesional en investigación acción para los maestros y que promovió el que los maestros investigaran en sus salas de clase el aprendizaje con entendimiento de conceptos científicos y matemáticos de sus estudiantes.

Otra de las fortalezas de realizar este trabajo de investigación en una comunidad de práctica fue que todos los participantes sacaron el tiempo para asistir a diez reuniones de cinco horas para dedicarlas a este proyecto, cosa difícil de lograr generalmente. Las reflexiones en grupo, en pares, tríos, individualmente, por disciplinas, por niveles y en plenaria ayudaron a que se pudieran enfocar en el aprendizaje con entendimiento de los estudiantes. Muchas participantes indicaron que estas reflexiones le dieron la oportunidad de apoderarse del concepto de aprendizaje con entendimiento. El compartir con otros colegas sus dificultades para lograr el aprendizaje de los estudiantes permitía el escuchar diferentes enfoques, acercamientos y otras estrategias de enseñanza.

El aprendizaje de Ciencias y Matemáticas requiere que los aprendices desarrollen entendimiento conceptual a través de procedimientos. Para que los estudiantes aprendan con

entendimiento los maestros deben de ayudarlos a que conecten el conocimiento nuevo con lo que ya conocen y construyan una estructura coherente. También deben promover el que los estudiantes pregunten y resuelvan problemas y que corroboren sus propias ideas y procedimientos, construyan relaciones entre conceptos e ideas, extiendan y apliquen conocimiento, justifiquen y expliquen lo que saben y se apropien de sus procesos de aprendizaje. Para que esto ocurra los maestros deben de reflexionar sobre las prácticas de enseñar y de esta forma descubren las más efectivas para sus estudiantes.

La comunidad de práctica creó el ambiente adecuado para que esto se pudiera lograr. El aprendizaje con entendimiento que logran los estudiantes depende en alguna medida de la profundidad con que sus maestros entienden los temas que enseñan. El revisar la literatura acerca de los problemas de aprendizaje en la sala de clase, les permitió a los maestros participantes el estudiar los conceptos de ciencias, matemáticas y prácticas educativas desde distintas perspectivas, muchas de ellas novedosas para ellos. Los maestros expresaron que esta experiencia fue muy valiosa para entender de forma más profunda conceptos de ciencias y matemáticas.

Todos los participantes pudieron llevar a cabo una investigación en sus salas de clase y utilizaron instrumentos de *assessment* para recoger la información. Todos reportaron cambios de estrategias para mejorar el aprendizaje de sus estudiantes. Todos los participantes de la comunidad presentaron muestras de aprendizaje con entendimiento de sus estudiantes y un alza en las calificaciones de los estudiantes en sus presentaciones y en el informe final. Los maestros observaron el aprendizaje con entendimiento de conceptos científicos y matemáticos de sus estudiantes. Así lo demuestran los resultados de sus investigaciones.

El apoyo que recibieron las maestras de sus pares y de todos los mentores fue una de las fortalezas mayores de esta modalidad para mejorar sus proyectos de investigación. Es muy difícil reunir maestros de la misma disciplina, de distintos niveles, para reflexionar sobre sus prácticas educativas y también de maestros de los mismos niveles pero de ambas disciplinas, ciencias y matemáticas. La aportación de los mentores de disciplina, los cuales eran profesores universitarios, fue valorada significativamente por los maestros. Algunos indicaron que corrigieron errores conceptuales en sus disciplinas o mejoraron la comprensión de algunos conceptos. La contribución de las mentoras de *assessment* y tecnología fue crucial en temas como rúbricas para medir aprendizaje con entendimiento de los estudiantes, manejo de programado para diseñar tablas y gráficas.

Dificultades encontradas en la comunidad de práctica

Algunas de los problemas encontrados al llevar a cabo la comunidad de práctica en investigación fueron que el tiempo no fue suficiente para profundizar más en algunas de las partes de la investigación que entendíamos hacía falta dedicarle. Muchos de los participantes necesitaban capacitación en investigación pues no tenían experiencias previas en esta tarea, la mayoría nunca había tomado un curso de investigación ni científica ni educativa en la universidad, ya que esto no forma parte del currículo de los maestros. La sección de diseñar la metodología de la investigación les tomó mucho más tiempo que lo esperado. También,

algunas personas carecían de las destrezas del manejo de información bibliográfica, por lo que se les hizo difícil realizar la revisión de la literatura relacionada a su investigación. Añadido a esto el que muchos carecían de destrezas de uso de la computadora y el internet. Sin embargo, la mayor limitación observada por los recursos fue la dificultad en redactar el informe de la investigación. Algunas participantes carecían de las destrezas de la comunicación escrita, por lo que se les hizo muy difícil completar la tarea.

Recomendaciones para mejorar esta experiencia

Los maestros participantes necesitan motivación continua para asistir a las reuniones ya que son muchos los obstáculos que se presentan. Las cartas vía correo electrónico, las llamadas telefónicas de la investigadora a cargo de la comunidad de práctica y la planificación de agendas estimulantes fueron algunos elementos valorados por los participantes como atractivo para asistir a las reuniones. El proceso de investigación puede representar una carga adicional a las labores que los maestros realizan, sin embargo, el realizarla en una comunidad de práctica hace la faena más llevadera y posible, porque la carga se comparte entre todos. Unas y otras personas se ayudan a mejorar su tarea y se animan cuando están decaídas. Llevar a cabo una comunidad de práctica requiere el apoyo de la administración escolar para que les faciliten el espacio y el tiempo a los participantes.

Las reuniones deben ser de cuatro a cinco horas de duración para que los participantes puedan reflexionar respecto a sus trabajos. Este tiempo de duración permite la reflexión individual, grupal y en pleno, reuniones con especialistas en disciplina, *assessment* y tecnología y la presentación de los diseños de investigación a los demás participantes para sus comentarios.

El proceso es uno que consume mucho tiempo para las personas que coordinan la comunidad de práctica, por el proceso de hacer las convocatorias, llamadas telefónicas de seguimiento, acceso a través del teléfono y el correo electrónico, corregir propuestas, coordinar recursos, logística y otros. El mantener el espíritu de comunidad requiere mantener comunicaciones no relacionadas con el trabajo como por ejemplo, felicitaciones por Navidad, Semana de la Mujer, Día del Maestro, que implican también una inversión de tiempo. No obstante, los resultados que se logran son muy valiosos.

El apoyo de los expertos en disciplina, *assessment* e investigación es fundamental para un buen diseño de investigación. El apoyo tecnológico es recomendado si se pretende presentar los trabajos.

Finalmente, se debe recoger el informe final de investigación en la última reunión de la comunidad de práctica. Una vez se terminan las reuniones, los maestros se desconectan del trabajo de la comunidad ya que tienen múltiples tareas y están cargados de trabajo en sus escuelas.

REFLEXIONES DE LA ENLACE DEL EQUIPO DE INVESTIGACIÓN EDUCATIVA DE LA ZONA DE RÍO PIEDRAS (2006-2007 Y 2007-2008)

Mayra R. Martínez-Plana

La composición de la comunidad

En agosto de 2007 fue distribuido un opúsculo que invitaba a los maestros y las maestras, de las escuelas participantes del Proyecto AlACiMa de la Zona de Río Piedras, a ser miembros de una Comunidad de Práctica. El propósito planteado fue “mejorar el aprendizaje de ciencias y matemáticas con foco en investigación acción”. En el opúsculo se describía qué es una comunidad de práctica, qué es la investigación acción, cuáles eran los compromisos del participante y del Proyecto. También se indicaban las fechas de reunión que el Componente, o grupo de personas a cargo de la dimensión de investigación de AlACiMa, habían previamente seleccionado y programado como viables.

La convocatoria fue contestada por trece maestros y maestras de la Zona de Río Piedras. Todos ellos participaron de la primera reunión que estuvo destinada a profundizar en los elementos de una comunidad de práctica, y las bases fundamentales de una investigación acción. Las evaluaciones de esa primera reunión fueron sumamente positivas y alentadoras. Se levantaron inquietudes que provocaban acercamientos que invitaban a la reflexión para el mejoramiento de la práctica. Sin embargo, sólo seis personas de ese primer grupo, se presentaron a la segunda reunión. No se realizó acercamiento alguno a las restantes siete personas para indagar las razones de la baja al segundo taller. Esas seis personas participaron de la segunda reunión que, estuvo organizada para atender las dudas de la primera, la identificación de un problema asociado al aprendizaje estudiantil en ciencias y matemáticas, la justificación del tema y los objetivos de la investigación. Cada participante fue atendido o atendida para aclarar inquietudes y acompañarlos en el proceso. Para la tercera reunión se presentaron cuatro personas. Aquí, sí se hizo el acercamiento para conocer las razones de la ausencia. Una de las personas nunca contestó las llamadas ni las gestiones que se hicieron para tratar de conseguirlo y otra persona indicó que no tenía los conocimientos científicos para hacer una investigación acción. En ese momento la maestra estaba preocupada porque no dominaba el contenido que tenía que enseñar y, decidió concentrarse en tomar cursos universitarios de contenido para adquirirlos. Ella entendió que para hacer una investigación tenía que dominar el contenido científico. A partir de esa reunión siguieron asistiendo los cuatro miembros que de aquí en adelante llamaré la Comunidad de Práctica en Investigación Acción. De estos cuatro, uno de los miembros no cumplió con los acuerdos colaborativos y responsabilidades con la Comunidad y dejó de asistir.

La Comunidad de Práctica estuvo conformada finalmente por tres maestras, un enlace de investigación, un asistente de investigación, una especialista en el contenido de ciencias y matemáticas, y un enlace de *assessment*. El grupo de tres maestras era heterogéneo en su

nivel y materia de enseñanza; Kindergarten, matemática a los grupos de séptimo grado y ciencias físicas de octavo grado. Este grupo de maestras participó y fue protagonista de su propio proceso de aprendizaje con entendimiento a través de la Comunidad de Práctica en Investigación Acción que, como modalidad, tiene sus fortalezas y limitaciones.

Las fortalezas de realizar investigación en el salón de clases en una comunidad de práctica

Las fortalezas de ser miembro de una comunidad de práctica en investigación acción tienen dimensiones personales y profesionales. Por un lado se convoca a una serie de personas con el objetivo común de mejoramiento profesional y, por el otro, se establecen vínculos afectivos que dan cuenta de la dimensión personal en todo proyecto de comunidad. En dicha comunidad se reunieron personas con necesidades, intereses y experiencias comunes con el propósito de mejorar su práctica y ser mejores maestras. Este proceso, inicialmente profesional, se transforma a uno personal que es logrado a través de la reflexión individual y colectiva. Este proceso es uno dialéctico porque invita a la reflexión en torno al conocimiento de la práctica en donde éste emerge y se configura en la persona como una afirmación particular. Por lo tanto, la comunidad no es algo externo, sino que está configurada en cada uno de sus miembros que asumen la responsabilidad y compromiso, no sólo de su propio aprendizaje sino, por apoyar y ser solidarias con otros en el proceso.

Estas fortalezas se traducen en una relación diferente con el conocimiento. La comunidad de aprendizaje transforma y se transforma, a través de la investigación, como una forma de conocer que trasciende al aprendizaje tradicional. Cuando dicha comunidad se asume a sí misma como investigadora, cada participante se convierte en agente de cambio al transformar su salón en un espacio activo y profesional, fundamentado en el cuestionamiento y la reflexión de la práctica constante. Durante las reuniones, la Comunidad se asumía como un todo reflexivo e inquisidor y se evidenciaba el crecimiento de cada uno de sus miembros en diferentes dimensiones y posibilidades. Las dudas, preocupaciones, hallazgos, entre otros, compartidos eran de toda la Comunidad, nunca fueron asumidos de forma individual. Surgieron muchas preguntas, y constantes de -“me di cuenta de”, que provocaba o creaba nuevas situaciones que ponían en perspectiva un nuevo hacer o llevar a cabo diferente. De esta forma se yuxtaponen dialécticamente la teoría y la práctica, es decir se transformaba la praxis (Freire, 1973), que se origina de la experiencia humana que se concientiza, se hace y se transforma. El diálogo cálido, respetuoso y afectuoso, fue la norma; las inquietudes, dudas y preocupaciones no fueron la excepción. Tanto la palabra, como el trabajo en la acción y reflexión de la Comunidad se transformaron en praxis.

Limitaciones

La Comunidad de Práctica como grupo social, no está exenta de situaciones que están fuera del control de sus miembros. Su carácter es definido por las circunstancias propias de la situación concreta social y personal. Una de las limitaciones no es del modelo de Comunidad de Práctica en sí mismo, sino en cómo se estructuró ésta en función de sus necesidades. Entiendo que, dicha comunidad debió haberse reunido más a menudo. Una vez al mes, en

mucho tiempo entre una reunión otra para darle seguimiento continuo al proceso. Aunque había acuerdos de comunicación por medios electrónicos, éstos no fueron suficientes debido a las características personales de sus miembros. Es decir, los miembros de la Comunidad no estaban orientados a esa forma de comunicación y preferían la reunión cara a cara para entender, y clarificar dudas del proceso de investigación. De la misma forma, durante la experiencia hubo un conflicto laboral que afectó el estado anímico de la Comunidad y hubo que abrir espacios para trabajar los sentimientos y las contradicciones que cada miembro sentía.

Otra limitación experimentada fue haber evidenciado lo arraigado que está el modelo del método científico en las maestras participantes de la Comunidad. Las diferencias entre lo que es la investigación científica tradicional y la investigación acción fue un proceso que se tuvo que trabajar en la mayoría de las intervenciones al inicio. El cambio de paradigma, como esquema mental es muy resistente al cambio y es relativamente impermeable. Aunque dicha Comunidad estuvo receptiva al diseño de investigación acción, entiendo que superar la certeza (o creencia de ella) que produce el método científico fue un aspecto que tuvo que ser superado en todas las intervenciones.

Recomendaciones

La modalidad de Comunidades de Práctica debe ser una alternativa en cualquier escenario de aprendizaje. La sinergia de la que es capaz, significa una red de posibilidades ilimitadas que invita a generar nuevas iniciativas que se convierten en comunitarias. La modalidad le dota un sentido de apropiación que se transforma en un discurso de posibilidades profesional y personal.

Recomiendo, sin reserva alguna, que la modalidad de Comunidades de Práctica siga siendo parte de cualquier proyecto que se origine y se reúna con un propósito en común. La invitación es a re-pensar la importancia de las redes sociales en un momento en que el individualismo es la constante. La intención de este planteamiento es que los proyectos colectivos con muy importantes en la educación, así como en cualquier otro escenario de conocimiento.

REFLEXIÓN DE UNA MAESTRA PARTICIPANTE

Gregoria Hernández Melecio

Mi experiencia en la comunidad de práctica

Cuando Antonia Rivera se comunicó conmigo para que hiciera una reflexión acerca de la Comunidad de Práctica, les puedo asegurar que me sentí muy honrada pero a la vez con una gran responsabilidad. En este tramo del camino ya pongo en práctica lo que aprendí en la sala de clases y por supuesto, mi compañera Mildred me ha exprimido mis neuronas pues la estoy ayudando en su proyecto de grado. Aunque no la voy a dejar que me exprima la última.

Mi experiencia en la Comunidad de Práctica fue enriquecedora, estimulante, y de gran desarrollo profesional. Cabe ahora una pregunta obligada ¿por qué fue tan enriquecedora? Te puedo dar varias razones, pero decidí como decía Mayra, Virginia y Canny, hay que documentar lo que se dice. Empecé a escribir como una loca y acabé con muchos papeles de todo lo que me había ocurrido con ustedes y al final acabé escribiendo esto.

Un grupo de maestros de la Isla nos reunimos en la zona de Río Piedras, UPR para desarrollar un conocimiento especializado. Este era redactar una propuesta un artículo final de una investigación en acción de un problema que observamos continuamente en nuestros salones de clase. Esta experiencia fue maravillosa porque puede compartir con otros colegas sus inquietudes y reflexionábamos cada día que nos reuníamos de la manera en que podíamos resolverlos. Esto fue de gran aprendizaje para mí, pues los míos eran parecidos a los de ellos. En este aspecto el proceso de aprendizaje fue participativo de varias maneras. Mayra nos corregía, mientras Virginia nos enseñaba cómo redactar mapas de conceptos y rúbricas. Para este tiempo, ya yo tenía el conocimiento de los conceptos de este tipo de evaluación, pero de la manera en que me habían enseñado era árido. Les agradezco a estas profesionales su paciencia y empeño en lograr que pudiera clarificar mis dudas. Otro aspecto importante de mi experiencia fue la camaradería que se estableció en el grupo, con Mayra nos reuníamos donde quiera que fuera, en Burger King o en la escuela de Vega Baja con cables conectores o sin ellos, por e-mail o por teléfono, la idea era compartir nuestros trabajos.

Finalizado esta corta reflexión, puedo expresarte que los frutos los recogí hace varias semanas atrás cuando mi directora fue a mi salón, y en medio de la clase me felicitó porque mis estudiantes pasaron las pruebas de ciencia que ofrece el Departamento de Educación. Ahora, en este momento, pienso y estoy segura que puedo aplicar todo lo que aprendí con ustedes en la comunidad de práctica. No puedo hacer más nada que darles las gracias a ustedes porque que contribuyeron en gran medida a mi crecimiento profesional.

Afiches de **investigaciones realizadas**

Zona de Humacao 2006-2007

El portafolio como estrategia de enseñanza para el desarrollo de niveles altos de pensamiento en el estudio del ambiente acuático en estudiantes de duodécimo grado.

Por: Claribel Torres Rivera: Escuela Superior Luis Muñoz Marín



Nivel: Superior
Materia: Ciencias Ambientales

PROBLEMA

-Los estudiantes que están en el curso de ciencias ambientales demostraron un nivel de pensamiento más bajo para el grado. Aunque se utilizaron diferentes estrategias de enseñanza en el primer semestre, los resultados no fueron favorables para concluir que estos estudiantes habían tenido aprendizaje con entendimiento.

-Las evaluaciones de las 20 semanas resultaron en sólo un 43% de ABC.

OBJETIVO

Utilizar el portafolio como estrategia de enseñanza para el estudio del Ambiente Acuático en Puerto Rico y desarrollar en los estudiantes niveles de pensamiento de más alto nivel.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

El uso del portafolio como estrategia de enseñanza, ¿contribuirá a desarrollar niveles más altos de pensamiento en el estudio del ambiente acuático en estudiantes de duodécimo grado?

DISEÑO METODOLÓGICO

- Se establecieron objetivos generales y específicos del portafolio.
- Se utilizaron ejercicios de reflexión para que expresaran la importancia del agua como recurso natural, sus usos y conservación.
- Se analizaron y discutieron noticias y lecturas relacionadas con la disponibilidad del agua en las comunidades, uso ciudadano del agua, contaminación y otros.
- Se llevó a cabo un laboratorio: descubrir y explicar las propiedades físicas y químicas del agua.
- Se estudió la localización de los cuerpos de agua en Puerto Rico y su disponibilidad para las comunidades adyacentes.
- Se observó y analizó la película: Las raíces del agua (Ciudadanos del Karso.)
- Se preparó un afiche informativo sobre un ecosistema acuático seleccionado y estudiado por los estudiantes.

Relación de niveles de pensamiento alcanzado por cada estudiante del desarrollo

RESULTADOS

Estudiantes que cumplieron con el 70% o más de los criterios del portafolio
21 estudiantes
18 cumplieron
6 No cumplieron

CONCLUSIÓN

-El portafolio es una estrategia de enseñanza *favorable* para desarrollar destrezas de alto nivel de pensamiento.

-Le brinda la oportunidad al estudiante de seleccionar y refinar las tareas que considera son la muestra del aprendizaje con entendimiento adquirido.

-Le motiva a hacer su máximo esfuerzo.

Información de Contacto:
franelidii@yahoo.com



Uso de manipulativos para desarrollar aprendizaje con entendimiento del concepto multiplicación en estudiantes de Pre-Vocacional de Educación Especial
Daisy Rodríguez Mojica: Escuela Generoso Morales, San Lorenzo, PR



Nivel: Intermedia

Materia: Matemáticas

PROBLEMA

A los estudiantes con el diagnóstico de Retardación Mental Leve se les hace difícil aprender las tablas de multiplicación y entender el concepto, por que tienen problemas de memoria y limitaciones en lecto-escritura. Me interesa probar otra alternativa a través del uso de manipulativos y del aprendizaje activo.

OBJETIVOS

Investigar si el aprendizaje activo es adecuado, a través del uso manipulativos, para lograr aprendizaje con entendimiento y mejorar el aprovechamiento académico de los estudiantes de educación especial.

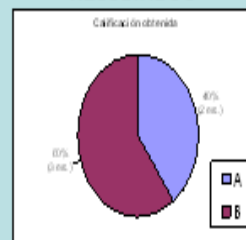
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Es el uso de manipulativo una estrategia adecuada para desarrollar aprendizaje con entendimiento del concepto multiplicación?

DISEÑO METODOLÓGICO

Se usaron diferentes objetos manipulativos para que el estudiante agrupara los mismos para lograr un resultado. Se formaron grupos con la misma cantidad de objetos en cada uno, luego sumaron la cantidad de objetos en cada grupo, tantas veces como los grupos formados. Cada estudiante explicó oralmente y demostró ejemplos del concepto. Se utilizó una rúbrica para observar el procedimiento que utilizaron para explicar el concepto de multiplicación. Se utilizó, además, una hoja de tarea para que resolvieron ejercicios de multiplicación utilizando diferentes sellos. Duración: seis clases. Población: cinco estudiantes

RESULTADOS



CONCLUSIÓN

A través de las diferentes estrategias los estudiantes de educación especial han demostrado aprendizaje con entendimiento porque tuvieron la oportunidad de demostrar y explicar el concepto de forma oral y a través de otras representaciones. Aplicaron el conocimiento a nuevas situaciones y realizaron unos ejercicios por su cuenta, obteniendo buenos resultados.

Información de Contacto:
gatuvela39@yahoo.es



Math: A Helping Tool to Develop an Oral communication

Mrs. Joretssie Viera Ríos, UPR-Humacao,
Escuela Elemental Antonio Rosa Guzmán

Alianza para el Aprendizaje de las
Ciencias y las Matemáticas
(AIACiMa)

PROBLEMA

Los estudiantes de 2do grado de la escuela Antonio Rosa Guzmán tienen un dominio de los conceptos desarrollados en la clase de inglés, pero contrario a lo que podríamos pensar ellos tienen suma dificultad, temor y les causa aprensión el participar oralmente en la clase de inglés a pesar de dominar los conceptos de la clase.

OBJETIVOS

1. Aumentar el número de estudiantes que participan voluntariamente en las presentaciones orales en clase.
2. Lograr que los estudiantes pierdan el temor a hablar en público.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

—¿Aumentará el por ciento de participación voluntaria de los estudiantes de segundo grado en presentaciones orales en la clase de inglés, al usar las matemáticas como vehículo de motivación para las mismas?

Nivel: K-2

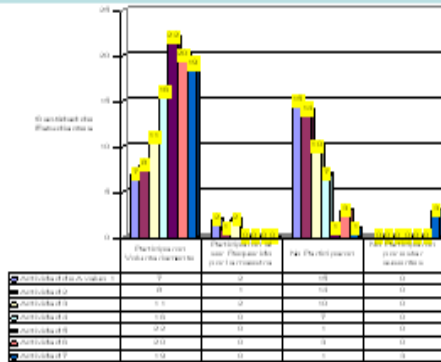
Materia: Inglés y Matemáticas

DISEÑO METODOLÓGICO

RESULTADOS

Comparación de Resultados Participación Voluntaria en las Actividades Orales

■ Participación Voluntaria ■ Participación Obligatoria ■ Participación Temerosa ■ Participación Temerosa



CONCLUSIÓN

Al analizar la data recopilada durante la investigación nos vemos en la necesidad de discutir el origen y la necesidad de la misma. Como hemos establecido previamente los estudiantes de 2do grado de la escuela Antonio Rosa Guzmán tienen un dominio de los conceptos desarrollados en la clase de inglés, pero contrario a lo que podríamos pensar previo a la investigación y las actividades instruccionales desarrolladas para la misma los estudiantes mostraban dificultad, temor y aprensión al participar oralmente en la clase de inglés a pesar de dominar los conceptos de la clase. Una vez se les asigna la tarea oralmente solo un 10 % de los estudiantes participan voluntariamente de las mismas. De esta forma se evidencia la falta de participación de los estudiantes durante este tipo de evaluación incluida en los estándares. En los estudiantes normalmente se les observa temerosos y con miedo al hablar, miedo al parecer frente a la clase y solo lo limitaba al momento de participar en una presentación oral en inglés. Nuestro objetivo durante esta investigación era aumentar el número de estudiantes que participan voluntariamente de las evaluaciones de comunicación oral usando las matemáticas como método presentante y motivación de los estudiantes. La idea de usar las matemáticas como estrategia de enseñanza para lograr la motivación de los estudiantes a participar de la comunicación oral y así mejorar la efectividad de las mismas en el proceso de enseñanza - aprendizaje pretendió aumentar el número de los estudiantes que participan de la producción oral voluntariamente. Como vemos a continuación la cantidad de los estudiantes que participan activamente de las presentaciones orales aumentó considerablemente hasta el punto que fueron capaces de comentar y seguir turnos para controlar la clase, ya que todos deseaban participar y finalmente. Las matemáticas al ser la clase favorita de los estudiantes logró demostrar la confianza necesaria en los estudiantes para participar de las Producciones Orales. Nuestra hipótesis planteaba la posibilidad de que aumentara el por ciento de participación voluntaria de los estudiantes de segundo grado en presentaciones orales en la clase de inglés, al usar las matemáticas como vehículo de motivación para las mismas. La conclusión a nuestra pregunta es Si.

Información de Contacto: joretssie51@hotmail.com
Technologyteacherantoniorosaguzman@hotmail.com
Escuela Antonio Rosa Guzmán 787-852-3650

Tutoría Entre Pares para Promover Aprendizaje con Entendimiento

Violeta Mariani Guevara, Escuela de la Comunidad Joaquín R. Parrilla

Nivel: 4-6 Ciencias

PROBLEMA

Los estudiantes de quinto grado, no logran aprendizaje con entendimiento en los conceptos "mezcla, mezcla homogénea y mezcla heterogénea", a pesar de utilizar diferentes estrategias.

OBJETIVOS

Evidenciar cuantitativamente si la estrategia de enseñanza "Tutoría entre pares" promueve el aprendizaje con entendimiento en los conceptos "mezcla, mezcla homogénea y mezcla heterogénea" para incorporarla en mis clases.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

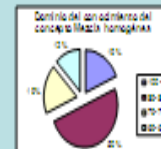
¿Cuántos estudiantes que utilicen la estrategia de enseñanza "Tutoría entre pares", en los conceptos "mezcla, mezcla homogénea y mezcla heterogénea" pueden evidenciar que han logrado aprendizaje con entendimiento?

Materia: Ciencias

DISEÑO METODOLÓGICO

Desarrollé ocho clases de 50 min. c/u. Incorporé la estrategia ECA en los tres conceptos. Exploración: Torbellino de ideas con los conceptos. Conceptualización: Utilizando la estrategia de enseñanza "Tutoría entre pares" los estudiantes trabajaron en laboratorios, lecturas relacionadas con los tres conceptos. Aplicación: Trabajaron en diferentes diarios reflexivos como estrategia para evidenciar que hubo aprendizaje con entendimiento. Población: 16 estudiantes de quinto grado.

RESULTADOS



CONCLUSIÓN

La estrategia de enseñanza "Tutoría entre pares" demostró ser una estrategia que promueve el aprendizaje con entendimiento en los tres conceptos: mezcla, mezcla homogénea, mezcla heterogénea.

Información de contacto: felogrif@coqui.net



El trabajo cooperativo como estrategia que promueve el aprendizaje con entendimiento del concepto luz.

Luz E. Tolentino Ortiz Escuela Dr. Víctor Rincón



Nivel: K - 3
Materia: Ciencias

PROBLEMA

El concepto luz es difícil de enseñar, por ser uno muy abstracto para estudiantes que aún son niños a los cuales hay que demostrar con objetos concretos para que internalicen el concepto estudiado. Por esta razón, dichos estudiantes no ven la pertinencia del concepto luz.

OBJETIVOS

Utilizar el trabajo cooperativo como estrategia que promueva el aprendizaje con entendimiento, del concepto luz, a los estudiantes de tercer grado.

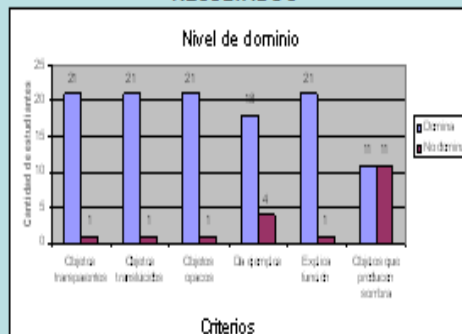
PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

¿Puede el trabajo cooperativo ayudar en el aprendizaje con entendimiento del concepto luz en los estudiantes de tercer grado?

DISEÑO METODOLÓGICO

Se trabajó con el concepto luz por tres semanas. En la fase de exploración se utilizó la tabla KWL para conocer que sabían los estudiantes sobre el tema. En la fase de conceptualización los estudiantes fueron divididos en grupos cooperativos para trabajar las actividades de mezcla de colores, laboratorio de clasificar objetos, observación del ojo a través de la luz. En la fase de aplicación los estudiantes realizaron un drama de las fuentes de luz natural y se evaluó la actividad con el mapa de conceptos, la tabla KWL y la rúbrica.

RESULTADOS

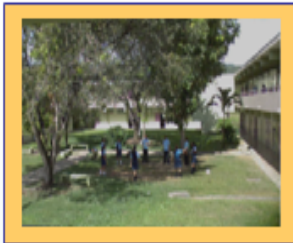


CONCLUSIÓN

De 22 estudiantes que estudiaron el concepto luz, 20 lograron aprender con entendimiento el tema, construyendo relaciones entre conceptos e ideas. Entendieron y aplicaron el conocimiento trabajando con problemas o situaciones de la vida real. Podemos concluir que las actividades realizadas con los estudiantes donde se involucraron activamente en el proceso de aprendizaje logró que los estudiantes se apropiaran del mismo.

Información de Contacto:

Luz E. Tolentino Ortiz
luzetolentino@hotmail.com



El laboratorio como estrategia para la comprensión de los conceptos relacionados con Transporte Celular



Carmen Ortiz Reyes - Escuela Superior Luis Muñoz Marín
Nivel Superior -Biología

PROBLEMA

Los estudiantes de décimo grado presentan mucha dificultad para comprender la información escrita relacionada con ósmosis y difusión.

OBJETIVOS

Explorar si la estrategia del laboratorio previo a la lectura y discusión de los temas de difusión y ósmosis permitirá lograr una mayor comprensión del contenido del mismo.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

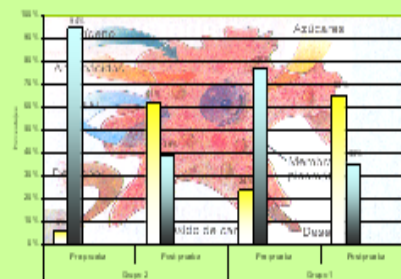
¿Permitirá la estrategia de laboratorio una mejor comprensión del contenido de los conceptos relacionados con ósmosis y difusión entre los estudiantes del décimo grado?

DISEÑO METODOLÓGICO

Se enfatizó la estrategia del laboratorio en el proceso de conceptualización de los procesos de ósmosis y difusión como actividad previa a la lectura del contenido científico. Luego los conceptos fueron trabajados en diferentes perspectivas: discusión, dibujos y lecturas. Finalmente, se utilizó una rúbrica para evaluar el nivel de comprensión de los conceptos.

RESULTADOS

Comparación de Puntaje de Comprensión entre Pre-práctica y Post-práctica



CONCLUSIÓN

A través de esta investigación los estudiantes realizaron aprendizaje con entendimiento. La lectura del contenido cobró significado y el estudiante extendió y aplicó el conocimiento adquirido a través de las actividades de laboratorio. En las actividades de aplicación justificó y explicó sus trabajos basándose en el análisis de datos y haciendo uso de razonamientos lógicos.

Información de Contacto:

c126ortiz@yahoo.com

El trabajo cooperativo para desarrollar aprendizaje con entendimiento en los conceptos mezcla homogénea y mezcla heterogénea

Dalila Morelles Rivera, Escuela SU Joaquín R. Parrilla, Patillas

Nivel: Intermedio (8vo)

Materia: Ciencias

REFLEXIÓN SOBRE LA PRÁCTICA

Los estudiantes de 8vo grado tienen dificultad para desarrollar las destrezas de pensamiento científico con entendimiento en los conceptos de mezclas homogéneas y mezclas heterogéneas.

OBJETIVO

Determinar si el trabajo cooperativo promueve aprendizaje con entendimiento de los conceptos *mezcla homogénea* y *mezcla heterogénea*.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

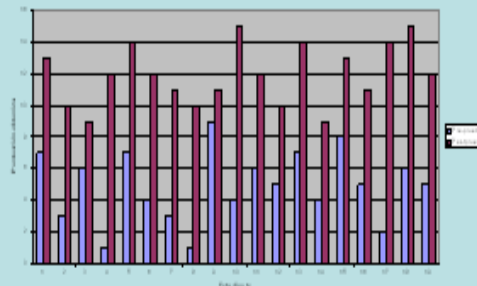
¿Es el trabajo cooperativo una estrategia que promueve el aprendizaje con entendimiento en los conceptos de mezcla homogénea y mezcla heterogénea en los jóvenes de octavo grado?

DISEÑO METODOLÓGICO

- **Inicio:** Preprueba. Torbellino de ideas con el concepto mezcla homogénea y otro con el concepto mezcla heterogénea.
- **Desarrollo:** Trabajo cooperativo de cuatro sub-grupos de cuatro estudiantes. Los estudiantes trabajan diferentes demostraciones con los conceptos bajo estudio.
- **Aplicación:** Cada grupo hace su presentación y explica si es una mezcla homogénea o heterogénea y la razón por la que es así.
- **Posprueba**

RESULTADOS

Resultados por participante



EN PROCESO

Todavía se están analizando los datos, pero tras comparar los resultados generales de la pre prueba y posprueba se puede observar que hubo aprendizaje con entendimiento en los conceptos mezcla homogénea y mezcla heterogénea. El próximo paso es identificar las características del aprendizaje con entendimiento que se evidenciaron.

Información de Contacto:
 Dalila Morelles Rivera
 dmorlles_10@yahoo.com

Zona de Humacao 2007-2008

El trabajo cooperativo para desarrollar aprendizaje con entendimiento en los conceptos mezclas homogénea y heterogénea

Dalila Morelles Rivera, Escuela SU Joaquín R. Parrilla, Patillas

Nivel: Intermedio (8vo)

Materia: Ciencias

REFLEXIÓN SOBRE LA PRÁCTICA

Los estudiantes de 8vo grado tienen dificultad para desarrollar las destrezas de pensamiento científico con entendimiento en los conceptos de mezclas homogéneas y mezclas heterogéneas .

OBJETIVO

Determinar si el trabajo cooperativo promueve aprendizaje con entendimiento de los conceptos *mezcla homogénea* y *mezcla heterogénea*.

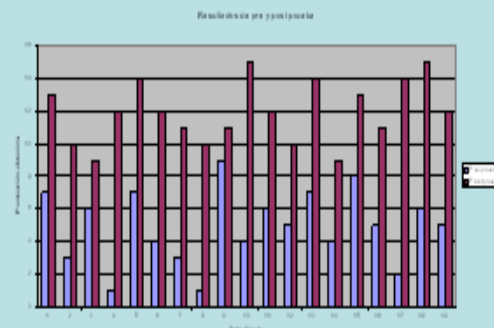
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Es el trabajo cooperativo una estrategia que promueve el aprendizaje con entendimiento en los conceptos de mezcla homogénea y mezcla heterogénea en los jóvenes de octavo grado?

DISEÑO METODOLÓGICO

- **Inicio:** Pre-Prueba. Torbellino de ideas con los conceptos mezclas homogénea y heterogénea.
- **Desarrollo:** Trabajo cooperativo de cuatro sub grupos de cuatro estudiantes cada uno. Éstos trabajan diferentes demostraciones con los conceptos bajo estudio.
- **Aplicación:** Cada grupo hace su presentación y explica si es una mezcla homogénea o heterogénea y por qué razón es así.
- **Posprueba**

RESULTADOS



CONCLUSIÓN

Se demostró que hubo aprendizaje con entendimiento en los conceptos de mezclas homogénea y heterogénea; porque construyeron relaciones entre conceptos e ideas, extendieron y aplicaron el conocimiento y justificaron y explicaron lo que sabían.

Información de Contacto:
Dalila Morelles Rivera
Dirección electrónica: dmorlles_10@yahoo.com

El aprendizaje de problemas verbales utilizando diversas estrategias

Hilda L. Alicea Anaya, Escuela Beatriz Rodríguez, Arroyo

PROBLEMA

Al finalizar cada destreza el estudiante muestra dificultad al resolver problemas verbales. He leído oración por oración para que ellos descubran los datos y cómo lo pueden ir resolviendo pero no ha dado resultado.

OBJETIVO

Determinar cuál es la estrategia más efectiva para lograr un aprendizaje con entendimiento de solución de problemas verbales de matemáticas entre el mapa de conceptos, las tirillas cómicas y los problemas verbales tradicionales.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál de las estrategias mencionadas promueve mayor aprendizaje con entendimiento?

Nivel: 4-6

Materia: Matemáticas

DISEÑO METODOLÓGICO

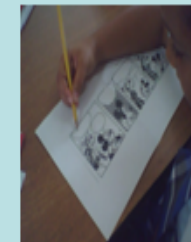
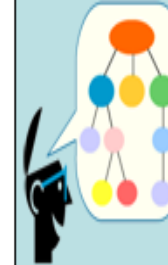
Objetivos:

1. Mediante el uso de la técnica de aprendizaje cooperativo y utilizando las estrategias: tirillas cómicas, mapa de conceptos y problemas verbales tradicionales, el estudiante trabaja correctamente un problema verbal.
2. El estudiante fortalece las destrezas de analizar, interpretar, crear y dar a conocer diferentes situaciones de la vida real donde se aplican conceptos matemáticos en resolver problemas verbales.

Estándar: Solución de problemas

Actividades:

Dividir el grupo en sub-grupos con las diferentes estrategias. Asignar el mismo problema verbal a cada sub-grupo para que lo resuelvan con la estrategia correspondiente. Comparar los resultados entre los subgrupos.



CONCLUSIÓN

De las tres estrategias que fueron utilizadas la más efectiva fue la tirilla cómica porque los estudiantes construyeron, aplicaron y justificaron lo aprendido en forma escrita. En segundo lugar, el mapa de conceptos que por medio de los pasos para resolver problemas verbales utilizados como conectores tenían mejor entendimiento para resolverlo.

Información de Contacto:

Hilda L. Alicea Anaya
 hidy_luz@hotmail.com

El uso del despejo de ecuaciones matemáticas para solucionar problemas de química

Magdalena Figueroa Montañez, Esc. Maria Cruz Buitrago, San Lorenzo, Puerto Rico

Nivel: 10 – 12

Materia: Química

REFLEXIÓN SOBRE LA PRÁCTICA

El estudiante debe tener una disposición favorable para aprender significativamente, para relacionar el nuevo material de aprendizaje con lo que ya sabe. Para esto, es necesario desarrollar y utilizar estrategias de exploración y descubrimientos como el planificar y tener control de la propia actividad. Los estudiantes tienen poco dominio en la terminología de las matemáticas ya demostrado tanto en las PPAAs, en el College Board y otros. Al utilizar esta técnica se espera que el estudiante tenga un mejor control y dominio del despejo de ecuaciones en las matemáticas y obtener un aprendizaje con entendimiento.

OBJETIVO

Utilizar el despejo de ecuaciones para lograr el aprendizaje con entendimiento de los estudiantes, resolviendo problemas matemáticos para determinar el cambio que ocurre cuando se altera una variable entre el volumen, la presión, la temperatura y el número de moles.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Utilizando el método de despejo de ecuaciones matemáticas para el tema de leyes de gases: ¿Cómo los estudiantes pueden calcular que cambiará el volumen, la presión, la temperatura y el número de moles de un gas cuando se altera una o más de estas variables?

DISEÑO METODOLÓGICO

Inicio

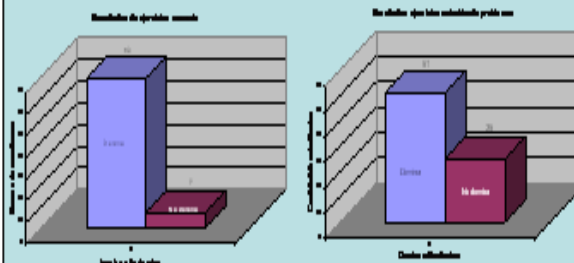
Preparar grupos de cuatro estudiantes, donde al menos uno domina las destrezas en matemática. Discutir asignación previa: Cómo funciona un globo de transportación aérea. Realizar el laboratorio: *Más que aire caliente*. Discusión del laboratorio con pregunta abierta.

Desarrollo

1. Desarrollo de conceptos nuevos: Leyes de Boyle, Charles, Gay Lussac, y de Gases ideales con presentación en Power Point
2. Se entregan letras a los estudiantes y mediante el uso de despejo de ecuaciones, determinan qué ecuaciones pueden formar y escribir. Finalmente, indican a qué Ley de gases pertenecen.
3. Solución de problemas mediante el uso de despejo de ecuación matemática.

Cierre

Ejercicios de práctica y administración del examen.



¿Cómo vamos hoy?



¿Cómo se despeja una ecuación?



CONCLUSIÓN

El método de despejo de ecuaciones matemáticas produjo aprendizaje con entendimiento en los estudiantes porque pudieron construir relaciones entre conceptos e ideas, extendieron y aplicaron conocimiento, justificaron y explicaron lo que saben y se apropiaron de su proceso de aprendizaje. La dinámica aportó al entendimiento de los conceptos.

Información de Contacto:
Magdalena Figueroa Montañez
magdale100@yahoo.com

El uso del mapa pictográfico para el aprendizaje con entendimiento de los conceptos: seres vivos y no vivos

María C. Dávila Colón, Escuela S. U. Joaquín R. Parrilla, Patillas, Puerto Rico

Nivel: K-3 (Primer grado)

Materia: Ciencia

PROBLEMA

Los estudiantes de primer grado presentan dificultad en entender las diferencias entre los seres vivos y no vivos. En años de experiencia he utilizado diferentes estrategias de enseñanza tales como el Diagrama de Venn, torbellinos de ideas y otras. Pero estaba buscando una estrategia donde los niños que tienen dificultad para leer puedan motivarse a hacer su trabajo. Se trata de 17 niños que saben leer y ocho que tienen dificultad para hacerlo.

OBJETIVOS

Observar si el uso de mapa pictográfico promueve que los estudiantes adquieran aprendizaje con entendimiento de los conceptos seres vivos (animales y plantas) y los distinguen de los no vivos.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Serán los mapas pictográficos una estrategia efectiva para el aprendizaje con entendimiento de los conceptos seres vivos y no vivos, en los estudiantes de primer grado?

DISEÑO METODOLÓGICO

- Actividades: utilizar animales vivos, la lluvia, láminas, hojas, rúbrica, ir al patio, observar los diferentes tamaños de las plantas, el crecimiento de una planta de habichuela y otras
- Assessment: pre y post pruebas, dibujos y mapas pictográficos
- Estrategia ECA
- Población: 25 estudiantes de primer grado

Resultados Pre-Prueba



Resultados Post-Prueba



Conclusión

La estrategia del uso del mapa pictográfico resultó efectiva porque el estudiante demostró su aprendizaje con entendimiento en las diferentes tareas donde tenían que sustituir algunas láminas que conseguía por otras. Esto es, construye relaciones entre conceptos e ideas, extiende y aplica el conocimiento, justifica y explica lo que sabe y se apropia de su proceso de aprendizaje.

Información de Contacto:

María C. Dávila Colón
 primero30@hotmail.com

El uso de manipulativos y modelos interactivos para el aprendizaje con entendimiento del concepto mitosis en estudiantes de 10mo grado.

Vilma R. Rodríguez Navarro, Escuela María Cruz Buitrago, San Lorenzo.

Nivel: Superior

Materia: Biología

PROBLEMA

La mayoría de los estudiantes no demuestran interés o motivación en el aprendizaje de las ciencias, en especial cuando los temas a desarrollar son más complejos que los demás, en especial la célula y la genética.

OBJETIVO

Determinar si el uso de manipulativos y módulos interactivos promueven el aprendizaje con entendimiento del concepto mitosis.

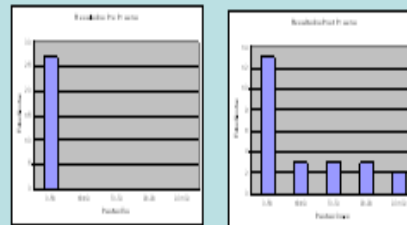
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Puede el uso de manipulativos y módulos interactivos promover el desarrollo del aprendizaje con entendimiento en el concepto del proceso de mitosis?

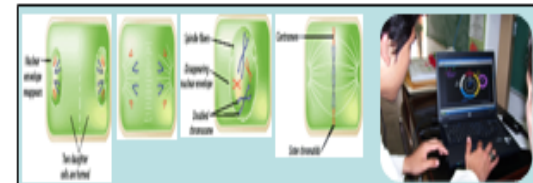
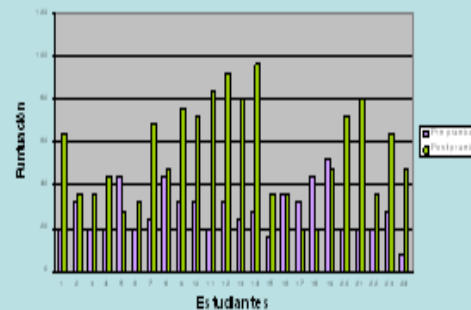
DISEÑO METODOLÓGICO

Inicio: Administración de pre-prueba, observación de láminas y comparación de hojas de plantas.
Desarrollo: Actividad de mitosis preparado por Dra. Clintón García, UPRH, Abril 2005.
Presentación de Power Point por Dra. Clintón García e I. Daitis, UPRH. Ingridación de módulos Interactivos. Iníeme <http://www.cellulife.com/CelLife/Atla> y <http://www.k12science.com/2008/04/04/> Creación de modelo de mitosis.
Cierre: Assessment: Rúbrica/ MRF. Modelos de mitosis/ Prueba escrita. Post-Prueba.

RESULTADOS



Resultados de Pre Prueba y Post Prueba de Mitosis



CONCLUSIÓN

La estrategia del uso de manipulativos y módulos interactivos demostró aprendizaje con entendimiento en la mayoría de los estudiantes individualmente. Sin embargo, al analizar los datos agrupados, sólo se reflejó un 33 por ciento de dominio de aquellos estudiantes que siempre han respondido al aprovechamiento académico positivamente.

Información de Contacto:

Prof. Vilma R. Rodríguez Navarro
emcivr24@aol.com

El uso de la estrategia "Juegos simulados" para promover aprendizaje con entendimiento de los conceptos separación de mezclas

Por: Violeta Mariani Guevara

Escuela: Segunda Unidad Joaquín R. Parrilla, Patillas, Puerto Rico

PROBLEMA

Año tras año, los estudiantes presentan diferentes estilos de aprendizaje. Se han probado diferentes métodos de enseñanza tradicionales y no se logra aprendizaje con entendimiento en los conceptos: filtración, decantación, sedimentación y evaporación.

OBJETIVOS

Evidenciar si la estrategia de enseñanza "Juegos simulados" promueve el aprendizaje con entendimiento en los conceptos de los métodos de separación de mezclas, antes mencionados.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Los estudiantes que utilicen la estrategia de enseñanza "juegos simulados" podrán demostrar que lograron aprendizaje con entendimiento en los conceptos: filtración, sedimentación, decantación y evaporación?

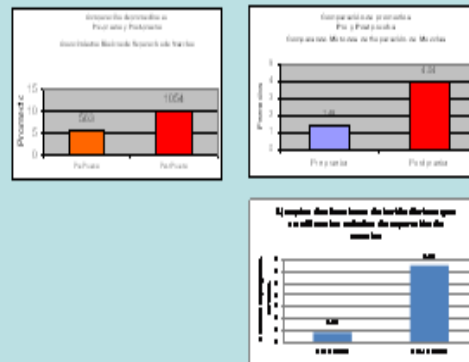
Nivel: 4-6 (Quinto)

Materia: Ciencia

DISEÑO METODOLÓGICO

Para llevar a cabo esta investigación se desarrollaron diez (10) períodos de clase de cincuenta minutos cada uno, utilizando la estrategia de enseñanza ECA: Exploración, Conceptualización y Aplicación, utilizando la estrategia de enseñanza: "Juegos simulados"

RESULTADOS



CONCLUSIÓN

La estrategia de enseñanza "Juegos simulados", resultó exitosa y promueve el aprendizaje con entendimiento. Los estudiantes: Construyeron relaciones entre conceptos e ideas, extendieron y aplicaron su conocimiento, justificaron y explicaron los conceptos y se apropiaron de su proceso de aprendizaje.

Información de Contacto: Violeta Mariani
Correo electrónico: felogrif@coqui.net

El uso de manipulativos para el aprendizaje con entendimiento del concepto volumen

Por: Wilson Coss Vázquez, Escuela Milagros Marcano, Las Piedras, PR

PROBLEMA

Los estudiantes de 5to Grado presentan dificultad en el entendimiento y ejecución de destrezas relacionadas con el concepto volumen en la materia de matemáticas.

OBJETIVO

Determinar si el uso de manipulativos promueve el aprendizaje con entendimiento del concepto volumen.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Puede el uso de manipulativos promover el aprendizaje con entendimiento del concepto volumen?

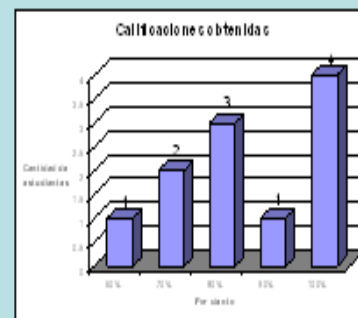


Nivel: 4-6 (Quinto)
Materia: Matemática

DISEÑO METODOLÓGICO

- **Actividades:** 12 actividades de uso de manipulativos de diferentes materiales y mediciones.
- **Instrumentos de Assessment:** Reacción escrita inmediata y rúbrica correspondiente.
- **Población a estudiar:** 11 estudiantes: 2 féminas y 9 varones (2 de educación especial y 3 rezagados).

RESULTADOS



CONCLUSIÓN

El uso de manipulativos para la enseñanza del concepto volumen logró aprendizaje con entendimiento:

- Los estudiantes manejaron el material y construyeron relaciones entre conceptos e ideas.
- Extendieron y aplicaron su conocimiento.
- Justificaron y aplicaron lo que aprendieron de los conceptos.
- Se apropiaron de su proceso de aprendizaje.

Información de Contacto: Wilson Coss
Correo electrónico: coss07@hotmail.com

Zona de Río Piedras

2007-2008



El fortalecimiento de la aplicación de la primera ley de Newton a través de la experiencia de laboratorio en un grupo de octavo grado de la Escuela Ramón Torres Rivera

Investigadora: Gregoria Hernández Melecio
Capacitadora: Mayra R. Martínez Plana
Verano de Logros, Zona de Río Piedras.

Resumen

En esta investigación acción se evalúa la aplicación con entendimiento de la Primera Ley de Newton y la transferencia del conocimiento adquirido a través de la experiencia de laboratorio. Para lograr esto se expuso a los estudiantes a diferentes actividades de laboratorio, películas, uso del periódico y técnicas de "assessments" variadas.

El marco teórico de esta investigación está basado en la Teoría del Aprendizaje Significativo Ausubel y el Aprendizaje por Descubrimiento de Bruner. Ambas teorías se complementan porque cuando ocurre el descubrimiento hay significado del contenido.

Participantes - 16 participantes

- 5 de sexo femenino
- 11 de sexo masculino

• No se modificaron las actividades para los cuatro estudiantes de Educación Especial.

Objetivos

- Evaluar cómo la experiencia de laboratorio promueve la destreza de aplicación en un grupo de octavo grado para el entendimiento de La primera Ley de Newton.
- Evaluar cómo los estudiantes transfieren el conocimiento de la Primera ley de Newton a experiencias de la vida diaria.

Muestra de los datos recopilados

Criterio de contenido	Comentario de aplicación
Fuerza	<ul style="list-style-type: none"> • La fuerza no se ve pero que su efectos se pueden observar (3) • La fuerza se mide en Newton (2) • $F = m \times a$ (1) • La fuerza causa movimiento (1) • No es algo material, por eso no se puede tocar, oír, ni verla (4) • La fricción en el hielo es menos que en el cemento (2) • Aplicar fuerza es empujar (1) • La fuerza es necesario para todo (1)

Criterios de transferencia	Comentarios que evidencia la transferencia
Seguridad	<ul style="list-style-type: none"> • Para una vida y nos dan consejitos para evitar algún accidente o mantener mayor precaución, cuando por ejemplo, estamos conduciendo un auto y practicamos algún deporte.(3) • Cuando tengas la oportunidad de conducir en cualquier momento de tu vida tenemos que saber las precauciones que tienes que tener porque ha habido muchos accidentes en las carreteras de personas borrachas.(1) • Para protegernos en nuestro futuro(3) • Cuidarnos cuando vayamos de pasajeros el conductor vaya despacio(2) • Usar el cinturón de seguridad para salvar tu vida(3) • No sacar la mano fuera de un carro en movimiento(1)

Preguntas de investigación

- ¿Cómo la experiencia de laboratorio fortalece la aplicación del aprendizaje con entendimiento de la Primera Ley de Newton?
- ¿Cómo los estudiantes transfieren con entendimiento el conocimiento de la Primera Ley de Newton a través de diferentes de estrategias de assessment?

Metodología

La metodología utilizada es la de investigación acción, enfatizando la reflexión y la acción. El diseño es de cualitativo, en el cuál la investigadora asumió el rol de observadora participe de los grupos cooperativos. Se desarrollaron las siguientes actividades o ejercicios:

- Torbellino de ideas a través de preguntas abiertas sobre película
- Mapa conceptual sobre las leyes de Newton
- Diagrama KVL
- Lectura de noticias del periódico
- Globo loco
- Pliegos

• Actividades de laboratorio estructuradas

Conclusión

La investigación evidencia que los estudiantes pudieron relacionar la Primera Ley de Newton con sus experiencias de la vida diaria, utilizando técnicas variadas de laboratorio. Los estudiantes pueden transferir el conocimiento cuando son expuestos a estas técnicas de *assessment* que les permiten reflexionar en cómo se puede aplicar el contenido descubierto. Este proceso hace posible que el conocimiento sea adquirido con significado y, por lo tanto, ocurra la transferencia.



El uso del juego en un grupo de séptimo grado de la Escuela Ramón Torres Rivera para fortalecer el entendimiento de las destrezas de multiplicación

Investigadora: Mildred Ortiz Martínez

Capacitadora: Mayra R. Martínez Plana

Verano de Logros, Zona de Río Piedras

Resumen

A los estudiantes de séptimo grado se les hace difícil aplicar la multiplicación en cualquier situación. Es necesario buscar alternativas que nos ayuden a reconocer dónde está la problemática para que nuestros estudiantes llegue al nivel de excelencia. En esta investigación acción se explora el conocimiento que tienen los estudiantes de las destrezas de multiplicación a través del juego. Se seleccionó el juego, como estrategia de enseñanza, porque es pertinente y fortalece el aprendizaje con entendimiento.

Esto propició el interés de exponer a los estudiantes a diferentes actividades lúdicas para mejorar las actitudes que éstos poseen hacia las matemáticas. El marco teórico de esta investigación es la Teoría de Desarrollo Cognitivo de Jean Piaget y la Teoría de Aprendizaje Significativo de David Ausubel. Ambas teorías fueron seleccionadas porque describen cómo se construye el conocimiento.

Participantes - 14 participantes

- 5 de sexo femenino
- 9 de sexo masculino)

Proceso - se observaron cómo a través del juego, los estudiantes utilizaban diferentes estrategias para resolver los problemas matemáticos. Se anotaron dichas estrategias, así como las actitudes de éstos ante los problemas a solucionar.

Objetivos

- Evaluar cómo diferentes actividades de juego desarrollan y fortalecen el entendimiento del algoritmo de las destrezas de multiplicación.
- Evaluar la importancia de las actividades lúdicas para el mejoramiento de las actitudes de los estudiantes hacia las matemáticas.



Análisis y Organización de datos
Dimensión cognoscitiva

Criterios	Actitud de los Estudiantes
Contenido	Aprendí más sobre las tablas de multiplicación y aprendí las tablas de multiplicar (14)
Proceso que usa el estudiante para multiplicar.	Sumar (2), contar con los dedos (3), hacer palitos (2), cálculos en un papel (2), hacer bolitas (1), pensando y multiplicando (4).
Importancia del Aprendizaje	Porque en el futuro nos encontraremos con muchos números en la Superior, Universidad y en el Trabajo (7). Las vamos a usar en el futuro (7).
Debilidades	Algunos no sabían las tablas y se paraban en otros lados (7). Se confundió por le gritaron para que avanzara (7).
Fortalezas	Estudiar y practicar las tablas de multiplicación en el hogar (14).

Preguntas de investigación

- ¿Cómo los estudiantes del grupo 7-2 desarrollan y fortalecen las destrezas de multiplicación a través de diferentes actividades de juego?
- ¿Cómo las actividades lúdica ayudan a mejorar las actitudes de los estudiantes de 7-2 hacia las matemáticas?

Metodología

Diseño cualitativo basado en los criterios de aprendizaje cooperativo:

- Actividades desarrolladas:
- Prueba diagnóstica
 - Hojas de cotejo
 - Hojas de reflexión
 - Diagrama CDA
 - Ejercicios (Araña, Bingo, Casa Embrujada, Juego del Gato, y X y O
 - Hoja de incidencias
 - Post Prueba

Conclusión

La mayoría de los estudiantes demostraron dominio mediante las actividades de juego. A través de las reflexiones se evidenció una mejor actitud hacia las destrezas de multiplicación.

En estas experiencias se fortalecieron las destrezas cognitivas, tales como la memoria y la transferencia del contenido en las diferentes actividades.

Esto demuestra que los estudiantes pudieron desarrollar las destrezas con un mínimo de dificultad, si se les involucra en actividades lúdicas, no amenazantes para ellos.

Conceptos sobre los insectos y las arañas que poseen un grupo de kindergarten de la Escuela Isaac Del Rosario, Cataño

Autor: Carmen A. Delgado Castro.

Capacitador: Dra. Mayra Martínez Plana

"Encuentro de Investigación Acción", Río Piedras.

Resumen

En esta investigación acción se explora cuáles son los conceptos sobre los insectos y las arañas que tiene un grupo de estudiantes de Kindergarten. Los conceptos son ideas que conciben o forman el entendimiento que puede ser expresado en palabras. A través del diálogo, la investigadora ha podido conocer cuáles son las ideas que los niños poseen al clasificar las arañas como insectos.

Esto propició el interés de exponer a los estudiantes a diferentes actividades que le permitieran aprender con entendimiento las diferencias. Las actividades estuvieron basadas en la Teoría cognoscitiva de Jean Piaget que asume a un niño activo capaz de construir su propio conocimiento.

Participantes - treinta (30) estudiantes de kindergarten de la Escuela Isaac Del Rosario en Cataño.

Recopilación de la información - se utilizaron diversas estrategias de *assessment*. Los alumnos participaron activamente construyendo su propio conocimiento a través de las actividades realizadas.

Proceso - se observaron características de los insectos y las arañas para poderlos clasificar correctamente. De esta manera ellos reconstruirán los conceptos sobre los insectos y las arañas.



Objetivos

- Explorar cuáles son los conceptos que poseen los niños de kindergarten sobre los insectos y las arañas.
- Evaluar cómo las actividades diseñadas promueven la transferencia del conocimiento y fortalece el entendimiento de las diferencias entre los insectos y los arácnidos.

Metodología

La metodología utilizada es la de investigación acción que está orientada hacia el cambio educativo. El mismo es de carácter cualitativo, en el cual la investigadora asumió el rol de observadora participante. Se desarrollaron las siguientes actividades o ejercicios:

- Pre-prueba y Post-prueba.
- Torbellino de ideas a través de preguntas abiertas.
- Mapa conceptual sobre los insectos.
- Diagrama de Venn.
- Informe oral.
- Dibujos
- Trabajos cooperativos.
- Orden de sucesos.

Aspectos por conducir

- Finalizar la organización de los datos y el análisis de estos.
- Conclusión
- Reflexión de la práctica
- Redacción del informe
- Publicar

Experiencia 2:

**Modelo enfocado en
futuros maestros y
maestros en servicio**

MODELO DE INVESTIGACIÓN ACCIÓN COMO COMUNIDAD DE APRENDIZAJE ENTRE PROFESORES, MAESTROS COOPERADORES Y ESTUDIANTES FUTUROS MAESTROS

Carmen Bellido, Ph.D.,

Uroyoán Walker Ramos, Ph.D.,

Keith Wayland, Ph.D.

Recinto Universitario de Mayagüez

cbellido@uprm.edu, uwalker@uprm.edu, kwayland@uprm.edu

Planteamiento y significado del problema: La búsqueda

Después de años de observar a los estudiantes limitarse a recitar fórmulas y aplicar procedimientos matemáticos sin comprenderlos, quisimos investigar las formas que la literatura de investigación educativa citaba como las más efectivas para atender esta deficiencia. La literatura nos indicó que la conducta de los estudiantes es resultado de años de adiestramiento en mecanización algorítmica y metodologías de evaluación enfatizadas en la respuesta correcta (Hiebert, Carpenter, Fennema, Fuson, Wearne, Murray, Olivier, & Human, 1997; Sánchez & Ice, 2004; Azita & Lapp, 2003). Siendo la formulación de preguntas un elemento central señalado para la enseñanza de matemáticas con sentido (Quintero, Molina, García, Piñero, Quintero & Hayman, 2006; Falkner, Levi & Carpenter, 1999), la búsqueda nos llevó a colaborar en la publicación de artículos (Bellido, Walker & Wayland, 2005; 2006) que elaboran sobre cómo los maestros pueden formular preguntas conceptuales que provoquen en sus estudiantes el pensamiento de alto nivel durante las clases de matemáticas. En adición, llevamos a cabo presentaciones, locales e internacionales, a maestros y profesores de matemáticas sobre cómo transformar preguntas algorítmicas en preguntas conceptuales. Luego de un año en el proceso los profesores Keith Wayland y Uroyoán Walker (de matemáticas) y la profesora Carmen Bellido (de psicología educativa) decidimos que era tiempo de medir el efecto real en aulas puertorriqueñas de las recomendaciones que ofrecíamos en artículos y presentaciones. Con este objetivo en mente concebimos la investigación en la que involucraríamos a maestros y estudiantes futuros maestros en esta búsqueda implantando un modelo de investigación acción realizada en comunidad de aprendizaje.

Nos interesó conocer el efecto que tiene en el aprendizaje matemático de los estudiantes el utilizar preguntas conceptuales y preguntas dirigidas a las destrezas meta-cognitivas cuando son insertadas en el discurso del maestro mientras conduce una clase de aprendizaje activo. Entendemos que para muchos salones de clases esto representaría un cambio en el paradigma que acepta la respuesta correcta como la meta primordial del diálogo en el aula, a un paradigma que valoriza más el razonamiento involucrado en el proceso de llegar a una respuesta.

Cómo llegamos a formar una comunidad de aprendizaje

Los profesores universitarios invitamos a colaborar a dos maestros cooperadores de matemáticas, Rosalía Álvarez y Gregorio Ruiz. Ambos trabajan en la escuela superior Eugenio María de Hostos de Mayagüez, Centro de Recursos Profesionales de Ciencias y Matemáticas de AIACiMa. Reclutamos a dos estudiantes futuros maestros de matemáticas, Joaquín Segarra y José Ocasio, para que comenzaran en la investigación mientras tomaban el curso de metodología de enseñanza en matemáticas. Más adelante se unió al grupo Gustavo Santana quien había tomado el curso de metodología de enseñanza en matemáticas el semestre anterior. Todos se comprometieron a realizar la práctica docente el segundo semestre donde llevarían a cabo sus propias investigaciones educativas.

Durante el proceso de llevar a cabo la investigación, y en la búsqueda por hacer de esta experiencia una oportunidad de aprendizaje para todos los involucrados, a la vez que se aprovechara el peritaje de cada uno, se desarrollaron las condiciones que definen y caracterizan una verdadera comunidad de aprendizaje profesional. Según DuFur y Eaker (1998) estas características son las siguientes: a) misión, visión y valores compartidos; b) el inquirir colectivo; c) equipos colaborativos; d) trabajo orientado a la acción y a la experimentación; e) mejoramiento continuo; f) esfuerzos orientados a resultados.

Una de las estrategias para establecer la visión compartida fue el comenzar nuestro trabajo asignando la lectura de artículos y capítulos de libros a todo el grupo para discutirlos en las primeras dos reuniones. Estas sesiones fueron muy enriquecedoras y ayudaron grandemente en la construcción de la visión compartida que moldeó la misión que, a su vez, dirigió nuestras prácticas paso a paso. A fin, nuestra visión compartida sobre el proceso de enseñanza–aprendizaje se basó en los principios recogidos en las investigaciones de cómo la gente aprende. Como establece el *National Research Council* en el libro *How Students Learn* (2005):

Principio # 1: Engranar el nuevo conocimiento con el previo;

Principio #2: El rol esencial de los tipos de conocimiento en los marcos conceptuales del entendimiento;

Principio #3: La importancia de auto-monitorearse (conocimiento metacognitivo).

Una creencia fundamental, compartida por el grupo, era el valorar el hacer sentido de las matemáticas como medio de aprender y en creer que los estudiantes podrían adueñarse de su propio aprendizaje si se creaba un ambiente propicio. En nuestro inquirir colectivo se modeló el ambiente de respeto intelectual, reto a las ideas y camaradería que debe fomentarse en el salón de clases, además de permitirnos establecer los valores que fundamentaron nuestra dirección como grupo. A través de todo el año, los miembros del grupo continuamente cuestionamos, cambiamos y probamos nuevos métodos de enseñanza que enfatizaran en el aprendizaje del estudiante para luego reflexionar sobre los resultados. La reflexión y el cuestionamiento de las ideas, en fin todos los procesos, se realizaron de forma pública y colectiva, cuidándonos de mantener un ambiente de confianza, respeto y flexibilidad. Nos

aseguramos de llegar a comprobar que compartíamos el mismo norte y entendíamos los significados y conclusiones aún si hubiésemos diferido en opiniones. Típicamente, si alguien traía una idea a la mesa, casi automáticamente algún otro miembro, de forma no amenazante, traía una variante de la pregunta “¿qué harán los estudiantes con eso?”, “¿cómo eso impactará a los estudiantes?” o “¿qué pasará en la cabeza del estudiante si se hace de esa manera?”, “¿a qué nivel cognoscitivo estaríamos llevando al estudiante con esa pregunta, ejercicio o actividad?” Esta especie de *rutina* estableció la pauta de no perder de vista el premio final: el aprendizaje con sentido de los estudiantes. Entendimos la importancia del sentido de eficacia de cada miembro, valorando lo que somos capaces de aportar y estimulándonos, unos a otros, a explorar posibilidades de hacer cambios a los planes originales, para optimizar nuestras suposiciones y métodos. Las explicaciones se daban a los otros y a sí mismos, provocando un continuo proceso reflexivo de “hacer sentido” donde no era raro que la explicación de una sugerencia la comenzar uno y la terminar otro. El aprendizaje que se obtuvo unos de otros fue crucial, aportando cada cual desde su área de dominio pero sin limitarse a ésta. Los profesores de matemáticas velaban por la solidez del contenido. La profesora de psicología educativa velaba por los procesos cognoscitivos. Los maestros manejaban el contenido pedagógico teniendo en cuenta la idiosincrasia de sus respectivos grupos de estudiantes y el manejo del ambiente del salón. Por su parte, los estudiantes futuros maestros, estando en el umbral entre ser maestros y ser a su vez estudiantes, aportaban el punto de vista del educando y las nuevas energías del maestro que comienza.

En el modo de operar del grupo, se puso de manifiesto lo que Ross et al (1994) llaman “la rueda del aprendizaje en equipo” (DuFur y Eaker, 1998) que se da en cuatro pasos que se repiten continuamente:

- 1) reflexión y discusión de creencias y expectativas de la sala de clases,
- 2) llegar a consenso de la interpretación de lo que sucede en la sala de clase,
- 3) planificar en conjunto las acciones a tomar y
- 4) coordinar la ejecución de los planes y la evaluación de los resultados de los mismos.

El propósito principal de formar el grupo de investigación en acción era tomar ciertas acciones en la sala de clases y medir sus efectos. Este proceso estuvo acompañado por tolerancia a que los resultados no fueran siempre los esperados, de modo que los errores o situaciones problemáticas se usaron como oportunidades para el aprendizaje y no como momentos para asignar culpa ni hacer excusas. Los resultados fueron vistos como los datos de un experimento tal y como había sucedido. Así buscamos qué pasó para entender por qué había pasado y decidir cómo proceder hacía la meta del aprendizaje con sentido de los estudiantes. En todas las reuniones del grupo, la pregunta de cómo podríamos ser más efectivos siempre estaba en la mesa. El uso del *Reformed Teaching Observation Protocol* (R-TOP) fue instrumental como parámetro de excelencia, tanto en la planificación como en la ejecución de los planes. Ya que el proceso estaba orientado a la acción y a los resultados

siempre que fue realizada una intervención, la tarea inmediata fue analizar y evaluar en conjunto los resultados de lo que había pasado. Además de que todos los miembros de la comunidad contribuyeron a las discusiones y participaron en las decisiones, había unas tareas específicas distribuidas por sector como se muestra en la tabla a continuación (Ver Tabla 1).

Tabla 1. *Distribución de tareas entre sectores colaboradores*

Sector	Tareas
1 er. Semestre	
Profesores	Escritura de propuesta y revisión de literatura Facilitar las reuniones de discusión y análisis Análisis de datos
Maestros Cooperadores	Rosalía Álvarez: Geometría 10-12 Tema modificado: Pares de Ángulos Gregorio Ruiz: Álgebra Superior Tema modificado: Ecuaciones Cuadráticas
Futuros Maestros	Práctica del Análisis de Error de Newman Observación con el R-TOP Grabación clases Propuestas de Investigación Acción
2do. Semestre	
Profesores	Revisión de Propuesta de los Futuros Maestros Facilitar las reuniones de discusión y análisis
Maestros Cooperadores	Facilitadores y guías en la investigación de los Futuros Maestros Divulgación a maestros del uso de la Técnica de Análisis de Error Newman
Futuros Maestros	Llevan a cabo sus propias investigaciones

Conclusión

Como resultado del trabajo colaborativo del grupo los dos maestros cooperadores y los tres futuros maestros propusieron y completaron su propia investigación en acción que presentaron en los Congresos de Investigación Acción de AlACiMa y en otros foros. Los artículos correspondientes están incluidos en esta publicación. Todos los participantes, incluyendo los autores, han expresado un sentir de haber aprendido de las experiencias compartidas. Los profesores y los maestros cooperadores siguen colaborando en investigaciones con nuevos maestros futuros. Los tres futuros maestros ya son maestros de matemáticas. Los autores presentan este modelo de colaboración entre profesores universitarios de matemáticas (u otras disciplinas), profesores de preparación de maestros, maestros cooperadores y futuros maestros como una forma efectiva de colaboración entre la universidad y la escuela superior que responde a los intereses de todos los participantes que a la vez resulta en beneficios para los estudiantes de ellos. El modelo de investigación en acción en comunidad de aprendizaje crea un foro en lo cuál los profesores universitarios de

matemática y los maestros de matemáticas pueden contribuir a la mejora de la enseñanza/aprendizaje de las matemáticas en todos los niveles.

Referencias

- Azita, M & Lapp, D. A. (2003). *Unveiling Student Understanding: The Role of Questioning in Instruction*, *Mathematics Teacher* 96, November: 562-566.
- Bellido, C., Walker, U. & Wayland, K. (2006). *The Art of Asking Thought Provoking Questions in the Mathematics Classroom*. Disponible en <http://hub.mspnet.org/index.cfm/12574>
- Bellido, C., Walker, U. & Wayland, K. (2005). *El Arte de generar buenas preguntas matemáticas*. *El Sol*. Año, 49 Número 4.
- Blank, M., Kershaw, C., Benner, S. & Cagle, L. (2005). *Action Research: One Tool in Documenting Impact of Teaching and Learning*. www.outreach.utk.edu/urban
- Donovan, S., Bransford, J. (2005). *How Students Learn*. National Academies Press.
- DuFur, R. & Eaker, R. (1998). *Professional Learning Communities at Work; Best Practices for Enhancing Student Achievement*. Association for Supervision and Curriculum Development, Reston: Virginia.
- Falkner, K., Levi, L. and Carpenter, T. (1999). Children's Understanding of Equality: A Foundation for Algebra. *Teaching Children Mathematics* 6, 232-236.
- Hiebert, J., Carpenter, T. P., Fennema, E., Fuson, K. C., Wearne, D., Murray, H., Olivier, A. & Human. P. (1997). *Making Sense: Teaching and Learning Mathematics with Understanding*. Portsmouth, NH.
- Kilpatrick, J., Swafford, J. & Findell, B. (Ed). (1997). *Adding It Up: Helping Children Learn Mathematics*. Mathematics Learning Study Committee, National Research Council.
- Ma, L. (1999). *Knowing and Teaching Elementary Mathematics: Teachers' Understanding of Fundamental Mathematics in China and the United States*. Lawrence Erlbaum Associates.
- NCTM. (1989). *Curriculum and Evaluation STANDARDS for School Mathematics*. NCTM. Reston, Virginia.
- Newman, M.A. (1977). An analysis of sixth-grade pupils' errors on written mathematical tasks. Paper presented at the first conference of the *Mathematical Education Research Group of Australasia (MERGA)*. Melbourne, Victoria.

- Quintero A. H., Molina, A., Garcia, M., Piñero, E., Quintero I. & Hayman, A. (2006). Aprendiendo matemática con sentido. *Educación con sentido; la educación ideal y posible*. Publicaciones Puertorriqueñas.
- Robinson, W. R. & Nurrenbern, S. C. (2004). Conceptual Questions (CQs): Writing Conceptual Questions. *Journal of Chemical Education*. jchemed.chem.wisc.edu/JCEDLib/QBank/collection/CQandChP/CQs/WritingCQs.html.
- Sanchez, W., & Ice, N. (2004). Open ended items better reveal students mathematical thinking. *NCTM News Bulletin*. Reston, Virginia.
- Wayland, K., Walker, U. & Bellido, C. (2005). Provocando el pensamiento con preguntas conceptuales en matemáticas. *SIDIM XXI Proceedings*. En imprenta

THE ART OF ASKING THOUGHT-PROVOKING QUESTIONS IN THE MATHEMATICS CLASSROOM

Carmen Bellido, Ph.D.,

Uroyoán Walker Ramos, Ph.D.,

Keith Wayland, Ph.D.

University of Puerto Rico, Mayagüez Campus

cbellido@uprm.edu, uwalker@uprm.edu, kwayland@uprm.edu

The current research about how students learn shows that it is important for every educator to cultivate the art of asking questions. Textbooks are filled with conceptually low-level questions requiring rote memory or simple calculations. However, questions that lead to learning with understanding are not readily found in textbooks. Such questions are not to be confused with *exercises* that require clever applications of *previously learned* skills. Invariably, exercises in textbooks represent what the author expects the students to be able to do because his abundantly clear explanation has endowed them with the necessary *understanding*. Textbook exercises are quite useful, but no text can provide a universal series of questions that provoke every student or even every class to think through a new concept. Questions that lead students to *understand* must start at their current understanding and provoke them to think forward to the mathematics at hand. Questions of this type are valuable instructional tools, but textbooks are not designed to provide them. Good, make-them-think questions take practice to design and use effectively.

Before deciding that this is for somebody else's students or somebody who has more time, ask yourself when was the last time you heard "these students don't even know the basics" or "they can't even read the easy problems much less solve them" or "they act like they are bored, but they really don't get it" or "there is no way my students can do those problems!" While such statements, made in private of course, may seem like harmless venting of frustration, they are formidable obstacles to students really understanding the mathematics we purport to *teach*. Convincing ourselves that students *cannot get it* dissuades us from challenging them to really think about mathematics. So, many of us limit ourselves to training students to execute *procedures*. Substituting in a formula or mechanically executing some procedure is not mathematics, as Mark Twain would say, it is French. In order to learn and understand mathematics, students must think about mathematics. Our job is to *provoke* that thinking. To that end, we propose integrating conceptual questions into the classroom routine. Conceptual questions are those that ask the student to think deeper about what they are doing, why what they are doing works or not, when what they are doing will work and when it will not, and the relative efficiency of what they do to solve a problem. In this context, the primary purpose of conceptual questions is to provoke learning not to ascertain what has already been learned.

Creating and using questions that effectively provoke thinking and learning requires patience and practice. Like most change, first efforts to provoke students to think on their own will meet resistance. Initially some students will evade the purpose and seek ways to short cut the process. Careful phrasing and opportune timing are needed to capture and focus their

attention. As students realize (a little promotion helps here) that understanding is the key to real success, they become more willing to participate and even contribute to the process. Students like succeeding as much as anyone does. Fortunately, even from the beginning it is not necessary to create perfect conceptual questions from scratch. The lesson of the day can be focused on learning with understanding by adapting and stretching one or two routine textbook exercises.

Going beyond the *Right Answer*

Sometimes the toughest part of effectively using questions to provoke student thinking is listening to their answers, especially for experts. We experts already know the *right answer* and an efficient way to get to that answer, so waiting patiently while students take blind alleys and circuitous routes can be exasperating. This is especially true in mathematics where the accepted benchmark is the *right answer*. We like *right answers*, we listen for them, and we are ready to move on when we hear them. Of course, when a student does not get the *right answer*, we *know* to look for a mistake or misunderstanding. We may or may not take the time to do so. Conversely, if a student gets the *right answer*, then we happily *assume* that the student understands and look no further. So when a student simplifies $\frac{16}{64}$ to $\frac{1}{4}$, we assume that he has found the common factor of 16 and canceled. If the student mistakenly canceled the 6s, that is $\frac{1\cancel{6}}{\cancel{6}4}$, saying *right* and moving on to the next question reinforces a malicious misconception. While it is rare that a student will make this particular mistake, canceling the $2x^2$ s in the expression $\frac{3x^4 - 2x^2}{x^3 - 2x^2}$ to get $3x$ is a common error that has its roots in memorizing procedures without understanding. In the mathematics classroom, we rarely look beyond the answer. This means that instead of catching the opportunity to counteract a critical misunderstanding when it happens, we either say *that is the wrong answer* or worse *that is right*.

When we look only at the answer, we cannot be sure what a student is thinking, how he got that answer or why she believes it is correct. Whether the answer is correct or not, the only way to discover how a student got to the answer is to ask for an explanation. Asking students to explain how they get an answer or to show why their answer has to be correct pushes them to think more about the mathematics involved, regardless of the procedure used. This kind of question shifts the emphasis from the right answer to the reasoning behind the answer, which is where the real mathematics lies. Even if the point is to learn some basic arithmetic skills, current learning research shows that students who reflect on their own thinking processes develop more effective learning habits.

There are several ways of pushing students beyond the answer and they need to be pushed, at least in the beginning. Ask the student to:

- explain the reasoning behind the solution of a problem,

- explain the strategy used to solve a problem,
- justify answers and/or choices,
- explain what the answer means in a particular context,
- predict what will happen next,
- recognize and understand questions stated in a novel form, or
- state a question or invent a problem for which the answer is given.

Adapting Textbook Exercises

In mathematics, mastering basic skills and procedures is quintessential. So, most of the questions in textbooks (and on our exams) require mechanical execution of standard procedures. Sometimes we forget that students have neither our experience nor our perspective to be able to appreciate when and where these skills and procedures will prove their value. Our emphatic 'this stuff is really important' is less than adequate motivation. It is more effective to show by example that mathematicians value the reasoning more than the procedures or formulas. After all, it is the cumulative reasoning of many mathematicians over many years that led to procedures that are remarkably effective for solving problems. Besides asking how and why in order to focus on the mathematics behind a procedure, ordinary run-of-the-mill textbook questions can also be modified to target a higher cognitive level. Some examples of particular opportunities to do this follow.

Common Errors

Identify a common mistake in student work and modify a question to confront it.

Routine question #1 often results in the common error of adding discounts.

Some stores offer an additional discount on items that have already been marked down. There is a 25% discount on a blouse that was originally priced at \$60. If the store offers an additional 15% discount, what is the final price of the blouse?

Even though it is incorrect, many students add 25% and 15% to get 40% and expect a total discount of \$24 for a final price of \$36.

Modified question #1 helps students confront the common error of adding discounts.

Some stores offer an additional discount on items that have already been marked down. There is a 25% discount on a blouse that was originally priced at \$60. Today the store is offering an additional 15% discount on everything that has already been marked down. Juanita figures that discounts of 25% and 15% add up to 40%, so that should give her a \$24 reduction on the \$60 blouse for a final price of \$36. When she takes the blouse to the cashier to pay

for it, the final price is actually \$38.25 (without sales tax). Explain to Juanita why the final price is \$38.25 and not \$36.

Routine question #2 frequently results in the common error of averaging averages.

If the average velocity of a car during the first 50 miles of a 100 mile trip was 40 mph and the average velocity for the last 50 miles was 60 mph, what was the average velocity for the 100 mile trip?

Even though it is incorrect, many students average the two average velocities to get an average velocity of 50 mph for the entire trip.

Modified question #2, or rather in this case a series of questions, helps students confront this common error.

If the average velocity of a car during the first 50 miles of a trip was 40 mph, how long did this part of the trip take?

If the average velocity of a car during the last 50 miles of a trip was 60 mph, how long did this part of the trip take?

If the average velocity of a car during the first 50 miles of a trip was 40 mph and the average velocity during the last 50 miles of the trip was 60 mph, how long did the entire 100 mile trip take?

Explain why the average velocity of the 100 mile trip in the previous problem was not 50 mph, the average of the two average velocities.

Suppose a car was driven at 40 mph during the first part of a 100 mile trip and at 60 mph for the remainder of the trip. If the average velocity for the entire 100 mile trip was 50 mph, for how many miles was it driven at 60 mph?

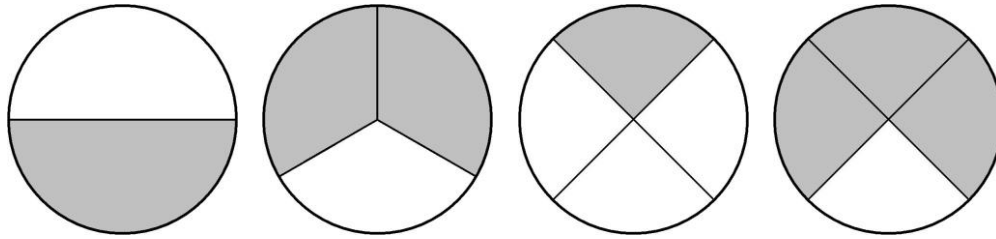
It is quite common to suppose that the average velocity during a trip that has two parts is the average of the average velocities during those two parts. Under what conditions is this true and under what conditions is it false?

Adapting a Rote-Memory Question

Questions that students answer using some memorized procedure do little to provoke deeper thinking on their part. Higher-level thinking can be stimulated by asking the students to look at the concept behind the original question in a different way, to interpret the answer, or to extrapolate to a new context.

Routine question #3 asks students to identify a pictorial representation of a fraction.

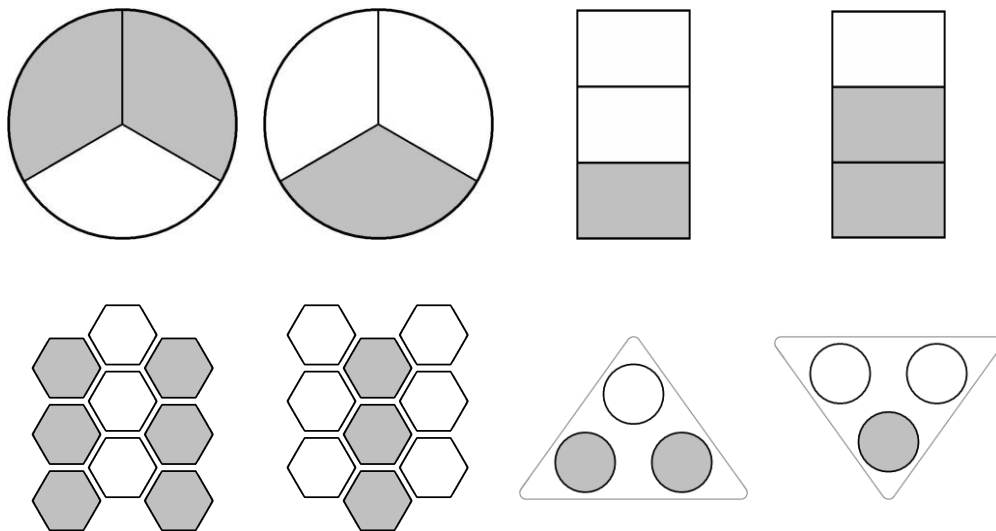
Which of the following figures represents $\frac{2}{3}$?



This question asks the student choose, in a single specific context, the shaded portion of a circle that represents $\frac{2}{3}$. The student who answers correctly reveals little about his understanding of fractions.

Modified question #3 asks students to interpret how a picture represents a particular fraction.

Explain how each of the following figures represents the fraction $\frac{2}{3}$.



The figures in this question represent $\frac{2}{3}$ in slightly different contexts (in the case of the large circles and the rectangles as a part of a whole and in the case of the hexagons and the small circles as parts of a group). Asking for an explanation of how each of the figures represents $\frac{2}{3}$ helps the student realize that fractions have different meanings in different contexts. From an *assessment* or information for the teacher perspective, the answer reveals a student's understanding of fractions and her ability to interpret them in multiple contexts.

Routine question #4 asks students to count the number of possible combinations in a particular situation.

If there are seven different colored marbles in a bag and three marbles are randomly drawn from the bag, how many different combinations of three colors are possible?

Asking for the number of possible combinations of 7 objects taken 3 at a time could be a challenging question. However, in most cases, this question is asked after the student has been given a formula to calculate $C(n,r)$. In this case using the formula is a modest application, but it does not require much higher order thinking to substitute in the formula and perform the arithmetic.

Modified question #4 asks students to make an application of combinatorial counting in probability.

There are seven marbles in a bag. Five of the marbles are red and two are blue. If three marbles are drawn randomly from the bag, what is the probability that all three marbles will be red?

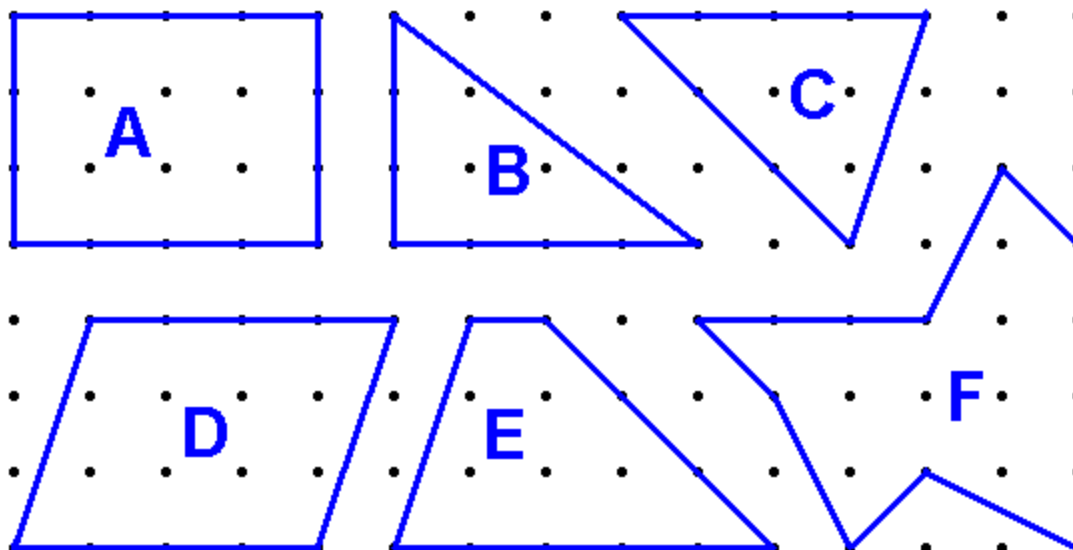
Now, if the student knows the formula for calculating combinations, this question may require applying it to a novel situation. The novelty depends on what has been previously taught about probability. Even though the same formula is useful for counting all of the relevant possibilities, the student first must understand that it can be applied to count the combinations that correspond to three red marbles.

Modifying a Basic Arithmetic Question

A basic arithmetic question can be modified to ask the student for a qualitative answer in which he demonstrates application, analysis or synthesis.

Routine question #5 asks the student to find the area of various triangles and quadrilaterals.

If the shortest distance between two dots in the following figure is one centimeter, find the areas of figures A, B, C, D, and E.



Although a student could find the areas of figures A through E by counting the square centimeters inside the figure, most students will resort to a variety of formulas. Whether they already know the formulas or they use some reference to find the formula, finding the areas of these figures quickly is reduced to basic arithmetic.

Some interesting questions can be asked about the areas of these figures.

Modified question #5A asks the student to find the area of an irregular figure.

If the shortest distance between two dots in the figure shown above is one centimeter, find the area of figure F.

In order to find the area of figure F, the student can break the figure into simpler pieces and use familiar formulas for area. If so, the student shows an understanding of area beyond substituting in formulas. If this is the case, asking for the area of figure F would be a more conceptual question. However, if the student has been trained to cut figures into familiar parts, then finding the area of figure F is little more than execution of a memorized procedure.

Modified question #5B asks the student to relate the areas of distinct shapes.

Explain why the area of figure D has to be the same as the area of figure A no matter what the shortest distance is between two dots in the diagram.

Modified question #5C asks the student to demonstrate that a relationship holds between the areas of clearly related shapes.

Explain why the area of figure B has to be exactly half of the area of figure A no matter what the shortest distance is between two dots in the diagram.

Modified question #5D asks the student to demonstrate that the areas of two dissimilar shapes must be the same.

Explain why the area of figure B has to be the same as the area of figure C no matter what the shortest distance is between two dots in the diagram.

Making the explanations called for in the previous three questions will reveal something of the student's understanding of area, no matter what means they use. However, with the added modification of *Use drawings to explain*, the answers can reveal still more about the student's understanding of area. In particular, an explanation of #5D with drawings requires the student to analyze the relationship between figures B, C and A.

Modified question #5E asks the students to find and explain the relationship between two dissimilar shapes.

If the shortest distance between two dots in the previous diagram is one centimeter, what is the relationship between the areas of figure E and figure C? Explain.

In order to answer this last question the student must decompose figure E into parts that correspond to figure C and a parallelogram or components of figure C and a rectangle. This decomposition or visualization strategy is valuable in and of itself. After giving plenty of time to work through the problem, providing still more time to have students reflect on and discuss what was the most effective strategy for solving the problem will help them make it their own. One technique to do this is to ask students to put the strategy in their own words. Now, they may write something like - *break it into different pieces that we know how to find the area of and then add the areas*. This falls a little short of *break something down into its components and examine the parts in order to get a better understanding of the whole*, so more problems and discussions will be needed over the course of time.

Modified question #5F asks the students to discover an important mathematical theorem.

If the shortest distance between two dots in the diagram above is one centimeter, find the relationship between the number of dots in the interior and on the boundary of the figure and the area of the figure.

The last question requires the student to synthesize a formula for the area of lattice polygons, better known as Pick's theorem. This kind of question gives the students an opportunity to do mathematics instead of just using mathematics. Of course, the students will need an adequate amount of time to work with something like this. They may need some scaffolding – say preparing a table with the number of interior dots, the number of exterior dots, and the area – in order to find the formula, but with a little coaxing they can come up with the scaffold themselves. After discovering the formula,

the students can and should be asked why it works. This provides a great opportunity to point out that their discovery is a *generalization*, one of the really big ideas in mathematics, while the 'why it works' is another called justification.

Ask for a Qualitative Answer

A rote-memory or basic arithmetic question can be modified to ask for a qualitative answer; for example, a list of increasing or decreasing properties, "greater than", "less than", or "no change", always with explanation required.

Routine question #6 asks the student to perform a basic arithmetic operation with fractions.

$$\frac{2}{3} \div \frac{3}{5} =$$

Generally, students have been trained to *invert the divisor and multiply*. There is a common, persistent belief that multiplying makes numbers bigger and dividing makes numbers smaller. This comes from experience with multiplication and division of positive integers. In fact, they may have been *taught* this in elementary school.

Modified question #6A asks the student to analyze this belief.

The final answer for $\frac{2}{3} \div \frac{p}{q}$ is larger when

- a) $p = 3$ and $q = 5$
- b) $p = 3$ and $q = 4$
- c) $p = 4$ and $q = 5$
- d) $p = 4$ and $q = 4$.

The purpose of this question is to get the student to analyze the effect of changing the numerator or the denominator of a positive divisor. Even if the student actually does the arithmetic for each of the alternatives, she will at least have to compare the results. Even more directed, deliberative questions might be used to get the students to look carefully at the effect of changing the numerator or the denominator when dividing, such as one of the following.

Modified question #6B asks the student to compare the effects of increasing the numerator of the divisor.

Suppose p and q are positive numbers, does the result of the division $\frac{2}{3} \div \frac{p}{q}$ increase or decrease if the value of p increases? Explain why.

Modified question #6C asks the student to compare the effects of increasing the denominator of the divisor.

Suppose p and q are positive numbers, does the result of the division $\frac{2}{3} \div \frac{p}{q}$ increase or decrease if the value of q increases? Explain why.

Answering both modified questions #6B and #6C helps the students confront the common expectation that multiplication makes a number bigger and division makes it smaller.

Modified question #6D asks the student to apply the implications of the answers of #6B and #6C.

The result of the division $\frac{2}{3} \div \frac{p}{q}$ increases when the value of p decreases by 1 and when the value of q increase by 1. If the result of the division $\frac{2}{3} \div \frac{p}{q}$ increases more when the value of p decreases by 1 than when the value of q increases by 1, what can you say about the values of p and q ? Explain in detail.

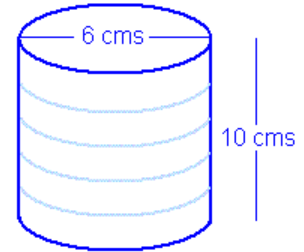
If the student understands that dividing a positive number by a positive number means separating in that size parts, he can answer the first two modified questions with a minimum of work. He only has to figure out when the divisor increases. In order to respond to the last question, the student needs to understand that the largest result corresponds to the smallest divisor. After examining several examples, a student may *guess* that p has to be smaller than q . However, a clear explanation why this condition is necessary and sufficient requires comparing the two divisors $\frac{p-1}{q}$ and $\frac{p}{q+1}$. In effect, the student has to solve the inequality

$\frac{p-1}{q} < \frac{p}{q+1}$. Answering modified question #26D will take time, but answering

this question stretches the student's understanding of division by a positive fraction and confronting the belief that division makes numbers smaller can help the student avoid future misapplications of the *invert and multiply rule*. To stretch this understanding a bit more, a good follow up is to ask how the answer changes if p and q are not required to be positive.

Routine question #7 asks the students to calculate the volume of a cylinder.

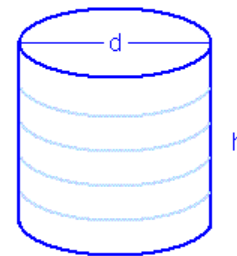
The diameter of the base of a can is 6 centimeters and the height is 10 centimeters. Find the volume of the can.



To answer this question the student finds the radius of the base and substitutes the values for the radius and the height in the standard formula for the volume of a cylinder. This is very direct, but it does not confront the common belief among both teachers and students that doubling all of the dimensions doubles the volume. That is, doubling the radius and volume will have the effect of doubling the volume.

Modified question #7A asks the student to compare the effect of doubling the diameter with the effect of doubling the height.

The formula for the volume of a cylinder is $\pi r^2 h$ where r represents the radius of the base and h represents the height. Which of the following will double the volume?

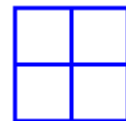


- a) double the diameter
- b) double the height
- c) double the diameter or double the height has the same effect
- d) both the diameter and the height have to be doubled to double the volume.

This question is more a starting place for the teacher to ascertain how well the students understand the relationships between linear measures, area and volume. Depending on the answers, more questions may be needed. The misconception that area and volume are linear is very common and stems in large part from memorizing formulas without developing the underlying understanding. One way to follow up on the previous question is to ask for explanations with drawings and diagrams.

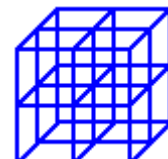
Modified question #7B asks the student to relate a drawing and an algebraic expression.

Use the diagram at right to explain why $(2x)^2$ must be the same as $4x^2$.



Modified question #7C asks the student to relate a two dimensional drawing of a three dimensional object and the relative volumes of two objects.

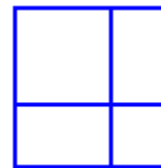
Use the diagram at right to explain the effect of doubling the sides of a cube on the volume of the cube.



The two previous questions provide the diagrams. It requires more time, but asking the students to make their own diagrams would be even better.

Modified question #7D asks the student to confront a common algebraic error.

Use the diagram at right to explain why $(a + b)^2 \neq a^2 + b^2$ unless $a = 0$ or $b = 0$.



Again the same question without the diagram, would require more time and would probably be more effective.

Invert a Calculation

Instead of giving the students a calculation to do, give them the answer and ask them to invent the problem that has that answer. An alternate form of this is to ask the students to prepare (without the textbook of course) questions for their test.

Routine question #8 asks the students to add two numbers.

$$7 + 3 =$$

Modified question #8 gives students the answer and asks for the problem.

Find two numbers whose sum is ten.

The previous question is particularly useful when students are learning to add one digit numbers. Thinking about pairs of digits that sum to ten can help students become efficient adding columns of numbers and later adding two-digit numbers.

Routine question #9 asks the students to interpret a situation and divide by a fraction.

If three acres are divided into quarter acre lots, how many lots will there be?

This arithmetic involved in this question is similar to #6. Even though students have been *trained to invert the divisor and multiply*, they often do not relate this procedure to the understanding they bring from the division of integers. As a result, some students and even some teachers lack confidence when their answers are larger than the dividend.

Modified question #9A gives the student the result of the division of a large lot into smaller lots and asks for the size of the original lot.

If a large lot is divided into twelve quarter acre lots, how large was the original lot? Explain your answer.

Inverting the calculation in this case helps the student examine the relationship between division and multiplication. Though oft repeated, *division is the inverse of multiplication*, students need to develop an understanding of what this phrase means. The explanation is a key part of the question. Actually, it would be even better to present both questions and to ask for diagrams to illustrate each case.

Modified question #9B asks the student to represent the situation in two different ways.

A three-acre lot has been divided into twelve quarter acre lots. Draw a diagram that represents this. Write an expression that represents the number of small lots as the result of an operation involving the size of the original lot and the size of the smaller lots.

Modified question #9C asks the student to represent the situation in two different ways.

A large lot has been divided into twelve smaller lots that are one third acre each. Draw a diagram that represents this. Write an expression that represents the size of the original lot as the result of an operation involving the number and the size of the smaller lots.

Routine question #10 asks the student to solve a quadratic equation.

Solve the quadratic equation $2x^2 - x = 10$.

The student must change the original equation to standard form and then factor or apply the quadratic formula. Since the equation is relatively simple and the roots are rational, the student is expected to factor and solve. Even after factoring to solve the equation, the student does not necessarily recognize the relationship between the linear factors and the roots.

Modified question #10A asks the student to invent a quadratic equation with specified roots.

Write a quadratic equation with integer coefficients so that 2.5 and -2 are the solutions.

Constructing the equation with the specified solutions, the student implicitly uses the connection between roots of an equation and linear factors.

Modified question #10B asks the students to make this connection more explicit.

How you would make quadratic equation with two specified solutions a and b? How do you know that your equation will work?

Extra Data

Most textbook exercises include exactly the numerical information required to solve the problem. This leads to the common strategy of figuring out where the supplied numbers fit in the procedure of the day. Such arithmetic mumbo-jumbo is not effective on the final exam, much less in the real world where problems rarely present themselves with just the data required for their solution. Introducing extraneous data or presenting the data in an unusual format increases the level of conceptual engagement.

Routine question #11 provides exactly the data needed to find the answer.

If the neighborhood station sells gasoline at \$2.469 per gallon, how many gallons of gas can Pablo put in the tank of his car for \$25?

As stated the question can be answered by performing division. There is little chance that the student with any familiarity with gas mileage will invert the divisor and the dividend.

Modified question #11 provides several related numerical values.

Pablo drives a 2003 Montero that gets 18 miles per gallon. At the station where Pablo buys gasoline, regular sells for \$2.469 per gallon. How many gallons of gasoline can Pablo buy with \$25?

The latter version of the question requires a little more thinking on the part of the student. Asking the student to explain how she arrived at her answer could require a still higher cognitive level of thinking and at least would reveal her thinking.

Routine Question #12 poses a familiar word problem.

Juan was 14 years old when his little sister Rosita was born. How old will Rosita be on Juan's 24th birthday?

Even though the students really need to think the question through carefully to come to the correct answer of nine years old, many will not. Instead of persuading the student to think, this question reinforces a common notion that mathematics is a collection of clever tricks. To be precise, a complete answer would note that Rosita would be nine years old unless Juan and Rosita have the same birthday, in which case Rosita will celebrate her tenth birthday on the day that Juan celebrates his twenty fourth. While the complete answer requires the sort of attention to details that typifies mathematics, the question does little to provoke the students to think about these details.

Modified question #12 asks a similar question but includes some extraneous information that can cue the student to consider the relevant details.

Juan was fourteen years old when his little sister Rosita was born. Juan married María on August 12, a month before his 25th birthday. If Rosita's birthday is January 6, how old was Rosita on Juan's fiftieth birthday?

In our endeavor to prepare citizens to face the challenges that await them, it is important that they can learn new technologies and adapt to new situations quickly. The model of preparing people to be productive, responsible citizens by training them to understand and follow instructions is hopelessly archaic. Today's society needs a creative population that can analyze new problems and find new solutions to old ones. The idea that mastery of mathematics means knowing a lot of formulas and being quick at arithmetic was never adequate. At least for this century, mastery of mathematics means being able to adapt known procedures to new situations and come up with more efficient procedures for old situations. Recent research in how people learn mathematics shows that understanding what they are doing and why is critical. Such learning does not happen spontaneously, someone has to provoke the student to do the thinking required to understand what they are doing. We challenge you to provoke the students in your classroom to think, to do, and thereby to learn mathematics by posing more conceptual questions and listening for their answers.

Bibliography

- Hiebert, J., Carpenter, T.P., Fennema, E., Fuson, K.C., Wearne, D., Murray, H., Olivier, A. & Human. P., (1997). *Making sense: Teaching and learning mathematics with understanding*. Portsmouth, NH:
- Kilpatrick, J., Swafford, J. & Findell, B., (Ed); (1997). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. Mathematics Learning Study Committee, National Research Council
- Newman, M.A. (1977). *An analysis of sixth-grade pupils' errors on written mathematical tasks*. Paper presented at the first conference of the Mathematical Education Research Group of Australasia (MERGA), May 18-21, Melbourne: Victoria.
- Robinson, W.R., & Nurrenbern, S.C. (2004) *Conceptual Questions (CQs): Writing Conceptual Questions*, Journal of Chemical Education <http://jchemed.chem.wisc.edu/JCEDLib/QBank/collection/CQandChP/CQs/WritingCQs.html>

EL EFECTO DE INCLUIR PREGUNTAS CONCEPTUALES EN EL APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS: INVESTIGACIÓN EN LA SALA DE CLASE DE GEOMETRÍA (2005-2006)

Rosalía Álvarez Ríos
Escuela Superior Eugenio María de Hostos

Reflexión

Se fundó la Comunidad de Aprendizaje de Investigación - Acción en gran parte para comparar la diferencia entre el aprendizaje que se logra al hacer uso exclusivo de preguntas mecánicas o algorítmicas versus el aprendizaje que se puede lograr al incluir preguntas conceptuales.

Revisión de la literatura y marco teórico

Las preguntas algorítmicas son aquellas de bajo nivel conceptual, mecánicas, que buscan evidenciar el dominio de las destrezas estudiadas. Preguntas y tareas algorítmicas piden al estudiante recitar, recordar y reconocer información específica como: definiciones, procedimientos, teoremas, fechas, nombres y otros, o seguir una serie de pasos prescritos hacia la solución de ecuaciones algebraicas o simbólicas. En palabras sencillas, se quedan en el nivel de memorización. Mientras las preguntas conceptuales buscan que el estudiante piense más allá de un proceso mecánico, hasta provocar el aprendizaje con entendimiento. Las preguntas que requieren al estudiante comprender, analizar y aplicar su conocimiento en nuevas situaciones le ayudan a profundizar su entendimiento de las matemáticas. Utilizar el conocimiento y experiencias previas en su vida cotidiana a través de la demostración y resolución de problemas le ayuda a entender los procesos matemáticos y a no depender de recordar y ejecutar una serie de pasos mecánicos. Pedir el evaluar y razonar lo aprendido y a justificar una respuesta encamina al estudiante a encargarse de desarrollar su propio conocimiento. En el proceso educativo, no es utilizado por muchos el hacer preguntas que contengan un alto nivel de pensamiento. Dependerá del estilo que utilice el educador en el desarrollo de sus clases. El hacer uso de éstas redundará en un mayor entendimiento del proceso de aprendizaje. La calidad de las preguntas puede determinar la calidad de nuestro pensamiento ya que son un mecanismo que impulsa el desarrollo del mismo. Sin preguntas esenciales no logramos encaminar nuestro pensamiento en lo significativo y sustancial (Wayland, Walker, Bellido, 2005).

Diseño metodológico

Para comparar la diferencia entre el aprendizaje logrado cuando se utilizan preguntas algorítmicas y conceptuales, mi compañero el Sr. Gregorio Ruíz y esta servidora ofrecimos una clase tradicional, en la que nos limitamos a las preguntas algorítmicas y otra clase constructivista del mismo tema, que se dirigía con preguntas conceptuales. En el caso del Sr.

Ruiz el tema que trató fue *Problemas Verbales* haciendo uso de *Ecuaciones Cuadráticas*, en el curso de Álgebra Superior y en el mío traté el tema de *Pares de Ángulos* (definir e identificar pares de ángulos tales como ángulos adyacentes, complementarios, suplementarios, opuestos por el vértice, par lineal de ángulos, postulado del suplemento, rectas perpendiculares y bisectriz de un ángulo) del curso de Geometría. A continuación presentaré una descripción del proceso que se siguió en cada una de estas clases, la tradicional y la constructivista.

Clase tradicional

En la clase tradicional se presentaron los conceptos a estudiar en forma directa, esto es, se le presentaba el concepto, la definición, la explicación, un ejemplo y un ejercicio de práctica para cotejar si entendieron el mismo. Para ello se utilizaron transparencias como se muestra en las figuras 1 y 2.

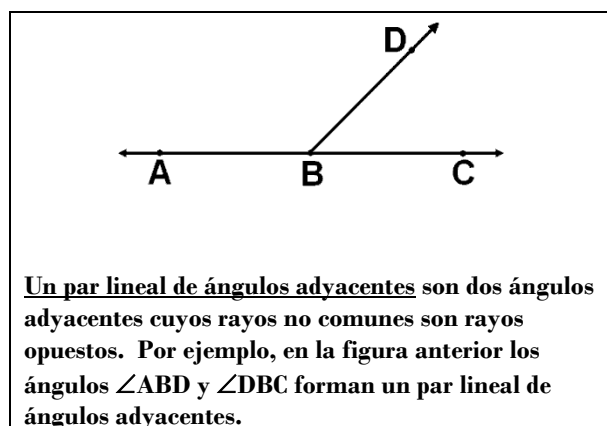


Fig.1. Concepto a estudiar

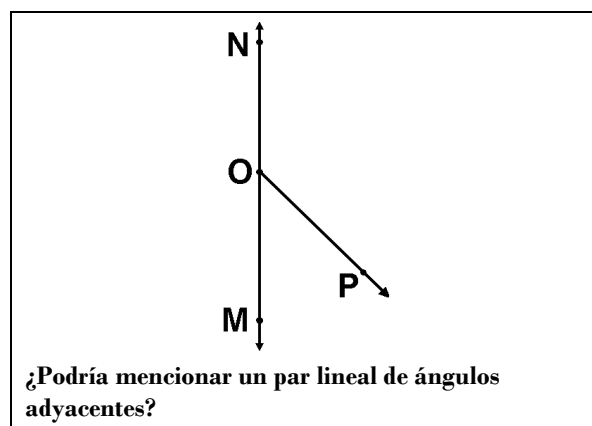


Fig. 2. Pregunta formulada para entender concepto usando método tradicional de enseñanza

Luego de haber presentado todos los conceptos del tema a discutir siguiendo el ejemplo anterior, se le ofreció una prueba corta para determinar el conocimiento adquirido por el estudiante utilizando este método tradicional para así compararlo luego con el constructivista. Mientras la clase se desarrollaba, la misma fue grabada y luego transcrita por los maestros practicantes, el Sr. Gustavo Santana y el Sr. José Ocasio. El propósito de la grabación y la transcripción fue documentar las preguntas realizadas durante la clase y luego analizarlas en una próxima reunión del equipo de Investigación en Acción. Para ello se utilizó una clasificación basado en tres aspectos fundamentales: la forma, el propósito y la profundidad de la pregunta (Manouchehri & Lapp, 2003). La profundidad seguía la taxonomía de Bloom-Anderson. Se preparó y utilizó la tabla que aparece en el Cuadro 1 para facilitar ese análisis.

Cuadro 1. Análisis de preguntas

1. Forma de la pregunta.
 - a. Abierta: Promueve la descripción de un tipo de método de solución, procesos o estrategias que le permiten al estudiante encontrar la solución.
 - b. Cerrada: Busca una respuesta particular o predeterminada.
2. Propósito de la pregunta.
 - a. Involucrar un estudiante en la discusión o actividad del momento.
 - b. Ver si el estudiante domina cierta destreza o puede ejecutar bien algún procedimiento.
 - c. Provocar que el estudiante piense más allá de los “pasos” del procedimiento.
 - d. Fomentar que los estudiantes exploren relaciones matemáticas y construyan conexiones entre los distintos temas discutidos en la clase.
 - e. Crear un sentido de comunidad y formar equipos de estudio entre los estudiantes.
 - f. Establecer responsabilidad individual para el aprendizaje y detectar el progreso del individuo.

<i>Dimensión de procesos cognitivos</i>	<i>Dimensión de Conocimiento</i>			
	<i>Factual</i>	<i>Procesal</i>	<i>Conceptual</i>	<i>Meta – cognitiva</i>
<i>Memorizar:</i> recordar, reconocer información específica tales como: hechos, sucesos fechas, nombres, símbolos, teorías, definiciones, y otros.				
<i>Comprender:</i> entender el material que se ha aprendido. Se presenta la información de otra forma, se transforma, se buscan relaciones, se asocia, se interpreta (explica o resume); o se presentan posibles efectos o consecuencias.				
<i>Aplicar:</i> usar el conocimiento y destrezas adquiridas en nuevas situaciones.				
<i>Analizar:</i> descomponer el todo en sus partes, se solucionan problemas a la luz del conocimiento adquirido y se razona.				
<i>Evaluar:</i> enjuiciar sobre la base de criterios establecidos.				
<i>Crear:</i> se hace algo original				

Definiciones de dimensiones de conocimiento:
Factual: incluye las definiciones y la terminología que los estudiantes tienen que conocer para aprender de un tema.
Procedimental: saber cómo hacer algo.
Conceptual: incluye las relaciones entre los elementos básicos.
Meta-cognitiva: es la concientización sobre cómo uno piensa o cómo uno entiende así como saber cuándo usar conocimiento conceptual o procedimiento. La concientización meta-cognitiva fomenta que los aprendices desarrollen estrategias efectivas de solución de problemas y de auto-conocimiento.

Al analizar la pregunta que se mostró en la figura 2, ¿Podría mencionar un par lineal de ángulos adyacentes?, utilizando el análisis de preguntas se concluyó que: (1) la forma de la pregunta es cerrada, ya que busca una respuesta particular o predeterminada; (2) el propósito de la pregunta es ver si el estudiante domina cierta destreza o puede ejecutar bien algún procedimiento, y (3) la profundidad de la pregunta en la *dimensión de procesos cognitivos* es

memorizar (recordar, reconocer información específica) y en *dimensión de conocimiento* es factual (incluye definiciones y la terminología que los estudiantes tienen que conocer para aprender el tema).

Clase constructivista

Luego de presentar la clase por el método tradicional y analizar las preguntas, el equipo de Investigación-Acción se dio a la tarea de modificar la misma para integrar preguntas conceptuales y estrategias de aprendizaje activo y convertirla en una constructivista, asegurándonos que la clase tuviera los elementos que promueve AIACiMa. Por esa razón los análisis a las clases hechos por la comunidad de investigación siguieron los criterios establecidos en el Protocolo de Observación de la Educación Reformada (PROEDUCAR) que utiliza el Proyecto AIACiMa para evaluar clases reformadas. Veamos cómo se llevó a cabo esta clase. En este método se utiliza preguntas para llevar el estudiante a construir su conocimiento del concepto y la definición del mismo. La figura 3 muestra un ejemplo.

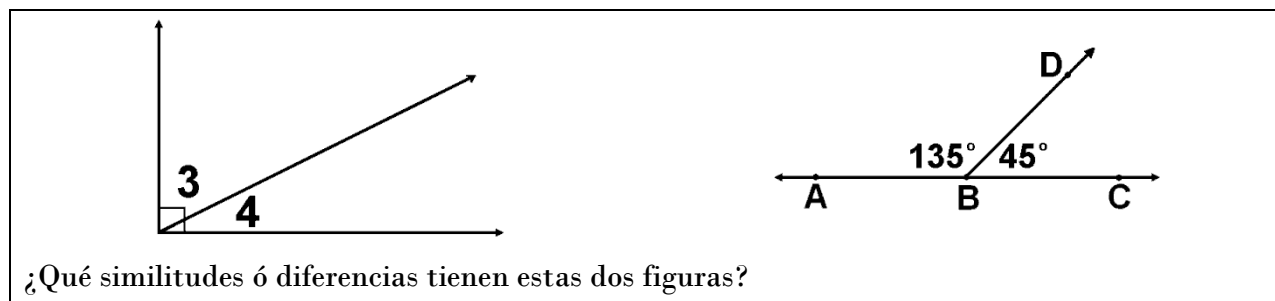


Fig. 3. Pregunta conceptual es o estrategias de 'assessment' de desarrollo cognitivo usada en la clase constructivista

Al igual que en la clase tradicional se ofreció una prueba corta para diagnosticar conocimiento adquirido. Los futuros maestros grabaron y transcribieron la clase. Luego la comunidad de investigación en pleno analizó las preguntas transcritas. Examinemos un ejemplo específico. Al analizar la pregunta presentada en la figura 3, *¿Qué similitudes o diferencias tienen estas dos figuras?*, utilizando el análisis de preguntas presentado en el Cuadro 1 se concluye que: (1) la forma de la pregunta es abierto, pues promueve la descripción de un tipo de método de solución, proceso o estrategia que le permiten al estudiante encontrar la solución; (2) el propósito de la pregunta es fomentar que los estudiantes exploren relaciones matemáticas y construyan conexiones entre los distintos temas discutidos en la clase, y (3) la profundidad de la pregunta en la *dimensión de procesos cognitivos* es comprender (se buscan relaciones, se asocia) y analizar (descomponer el todo en sus partes, se razona) y en la *dimensión de conocimiento* es conceptual (incluye las relaciones entre los elementos básicos).

Resultados y discusión de los hallazgos

Las tablas y gráficas en las próximas páginas muestran los resultados obtenidos de las pruebas cortas que se ofrecieron al terminar la clase tradicional y la clase constructivista. En la Tabla 1 la columna *Pre* se refiere a la prueba corta realizado después de la clase tradicional y la columna *Pos* a la prueba corta realizado después de la clase constructivista. La columna

Cambio presenta el cambio neto en puntuación de cada estudiante. Si el cambio tiene valor positivo, hubo aumento de puntuación desde el *Pre* al *Pos*. Si el cambio tiene valor negativo, la puntuación disminuyó desde el *Pre* al *Pos*. De 19 estudiantes que tomaron ambas pruebas cortas un 68% aumentaron su puntuación, un 16% obtuvieron la misma puntuación y otro 16% bajaron.

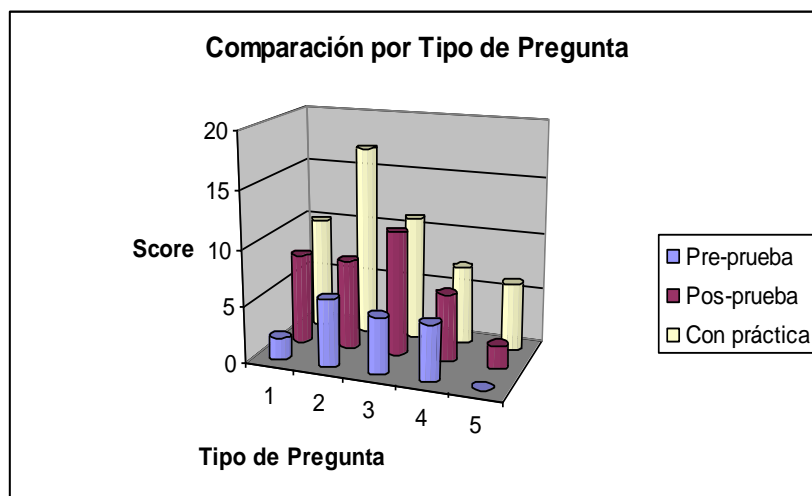
Tabla 1. *Comparación Prueba Corta Pre-Post por Estudiante (Sra. Álvarez)*

Estudiante	Pre	Pos	Cambio	Estudiante	Pre	Pos	Cambio
A	1	3	+2	K	0	6	+6
B	4	5	+1	L	2	5	+3
C	2	3	+1	M	4	9	+5
D	0	3	+3	N	2	2	0
E	6	10	+4	O	0	0	0
F	0	2	+2	P	0	0	0
G	2	7	+5	Q	2	1	-1
H	4	10	+6	R	2	0	-2
I	4	8	+4	S	2	0	-2
J	0	4	+4				

La Tabla 2 muestra el dominio por tipo de pregunta. En este caso en la tercera columna muestra el dominio luego de haber realizado ejercicios de práctica. Estos resultados están resumidos en la Gráfica 1.

Tabla 2: *Comparación Por Tipo de Pregunta*

Pregunta	Pre	Pos	Con Práctica
Ángulos opuestos por el vértice	2	8	10
Perpendicular	6	8	17
Par lineal	5	11	11
Ángulos complementarios	5	6	7
Bisectriz	0	2	6



Gráfica 1. Resumen de los resultados de las pre y pos pruebas

Conclusión

Como se puede ver en las tablas y gráficas anteriores, los resultados muestran que la mayoría de los estudiantes comprendieron mejor los conceptos después de la clase constructivista. Las preguntas conceptuales lograron provocar mayor desarrollo cognitivo en los estudiantes. De acuerdo a este estudio el uso de preguntas conceptuales en el desarrollo de la clase puede propiciar que los estudiantes aprendan con entendimiento.

Reflexión final

Aunque en mi salón siempre he trabajado con el tipo de clase constructivista, la oportunidad que me ha brindado el participar en esta investigación, ver sus hallazgos y conocer nuevas técnicas de 'assessment' de desarrollo cognitivo (Análisis de Error de Newman) me ha ayudado a formular y presentar en mis clases mejores preguntas conceptuales para que el estudiante desarrolle esos procesos cognitivos de análisis, evaluación y aplicación de alto nivel. También estoy más atenta a cómo los estudiantes piensan y así crear preguntas conceptuales pertinentes a la necesidad de cada estudiante. De esta forma he logrado obtener mejores resultados en el desarrollo y aprovechamiento de los estudiantes en mis clases.

Participar en este grupo de investigación en acción me ha hecho crecer como maestra. Sentir que las opiniones y aportaciones hechas por mí y mis compañeros fueron escuchados y asimilados fue muy importante. No había diferencia entre el profesor de la universidad, el maestro de la escuela y el estudiante futuro maestro, la dinámica fue espectacular. Fue grato trabajar y aprender de cada uno de ellos. Me da mucha satisfacción que todo lo aprendido redunde en el beneficio de mis estudiantes.

Referencias

- Anderson, L.W., & Krathwohl (Eds.). (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*, New York, Longman.
- Bellido, C., Walker, U. & Wayland, K. (2005). El Arte de Generar Buenas Preguntas en Matemáticas. *El Sol*. 49 (4).
- Manouchehri, A. & Lapp D. A. (2003). Unveiling Student Understanding: The Role of Questioning in Instruction. *Mathematics Teacher*, 96, 562-566.

Bibliografía

- Bransford, J.D; Brown, A.L; Cocking, R.R. (2000). *How People Learn*. Committee on Developments in the Science of Learning, National Research Council.
- Stenmark, J. K. & Equals Programs. (1994). *Assessment Alternative in Mathematics: An Overview of Assessment Techniques That Promote Learning*. University of California, Berkeley, Lawrence.
- Wayland, K., Walker, U. & Bellido, C. (2005). Provocando el Pensamiento con Preguntas Conceptuales en Matemáticas *SIDIM XXI Proceedings*.

PROCESO DE ANÁLISIS DE ERROR DE NEWMAN COMO ESTRATEGIA METACOGNITIVA: INVESTIGACIÓN EN LA SALA DE CLASE DE ALGEBRA (2005-2006)

Gregorio Ruíz
Escuela Superior Eugenio María de Hostos

Revisión de la literatura y marco teórico

Durante el año escolar 2005-06 se desarrolló en la Escuela Superior Eugenio María de Hostos de Mayagüez una investigación - acción en una comunidad de aprendizaje. Durante el desarrollo de la investigación que fue dirigida a aumentar el uso de preguntas conceptuales en las clases de matemáticas y medir el efecto en el aprendizaje de los estudiantes, se usó y se adaptó lo que aquí se llamará la técnica del *Análisis de Error de Newman*. En 1977, Anne Newman publicó datos basados en un sistema que ella desarrolló para analizar los errores cometidos por los estudiantes al resolver problemas verbales en matemáticas (Newman, 1977). Este sistema consistía de cinco preguntas en secuencia que el investigador le hacía al estudiante para determinar en qué parte del proceso de razonamiento tenía dificultades. Estas preguntas siguen una secuencia para la resolución de todo problema verbal en la cual, fallar cualquier paso imposibilita la solución exitosa del problema, por lo que esta secuencia es considerada una *jerarquía*. Esta jerarquía de preguntas aparece en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Jerarquía del Análisis de Error de Newman

Pregunta	Propósito Identificar errores de:
Léeme el problema por favor.	lectura
¿Qué tú crees que te está pidiendo hacer el problema?	comprensión
¿Qué método usarías para hallar y contestar el problema?	transformación
Comienza a intentar resolverlo, y dime lo que vas haciendo de manera que te pueda escuchar. (Estudiante puede resolverlo en otro papel o en la parte de atrás de este).	los procesos de destrezas
Escribe la respuesta al problema (o ejercicio).	codificación (recopilación)

Lo que otros autores (por ejemplo, Clements & Ellerton, 1996; Clarkson, 1991; y Stenmark, 1994) habían utilizado como un protocolo de entrevista para investigar dificultades en la solución de problemas y técnicas de 'assessment', la comunidad de aprendizaje convirtió en estrategia meta-cognitiva efectiva entre pares. El grupo creó una hoja llamado *Análisis de Error de Newman* que fue evolucionando con el uso y las discusiones grupales. Los futuros maestros que participaron en la comunidad de aprendizaje se capacitaron en el uso de la primera versión de la hoja y la usaron entrevistando estudiantes que trabajaban en sus tareas matemáticas en el Centro de Apoyo a la Enseñanza de Pre cálculo y Cálculo del Recinto Universitario en Mayagüez, durante las primeras dos semanas de octubre. Los profesores vieron en esta secuencia de preguntas el potencial de utilizarlas como herramienta de auto-

avalúo en la cual se pide al estudiante examinar su propio proceso de pensamiento y de este modo promover el desarrollo de destrezas meta-cognitivas. Al discutir las experiencias de los futuros maestros en la comunidad, los maestros cooperadores vieron que la misma podría ser utilizada de forma eficiente en trabajo cooperativo en parejas.

Al utilizarla como técnica de '*assessment*' se ha mostrado su efectividad en ayudar a los estudiantes a desarrollar las destrezas de resolver problemas verbales. En la literatura se presenta esta técnica de '*assessment*' como herramienta de intervención donde el maestro ayuda a cada estudiante de forma individual (Clarkson, 1991; Stenmark, 1994). Con frecuencia se ha utilizado para analizar la frecuencia en los tipos de errores y áreas de dificultad comunes (Newman, 1977; Casey, 1980; Clarkson, 1991; Ellerton & Clements, 1996).

Para nuestra comunidad de investigación la técnica de análisis de Newman fue más que un instrumento de '*assessment*'. Esperábamos que eventualmente, con práctica, los estudiantes aprendieran a utilizar estas preguntas para ayudarse a sí mismos mientras se ayudaban los unos a los otros. Con esta meta en mente convertimos el análisis de Newman en técnica de repaso que se trabaja entre parejas de estudiantes.

Diseño metodológico

La metodología utilizada fue la siguiente:

- 1) Entre el maestro y el futuro maestro seleccionaron las parejas para trabajar con el instrumento. La selección se realizó por dominio de destrezas previas. El estudiante con mayor dominio de destrezas haría el papel del *investigador* y el estudiante con menor dominio de destrezas haría el papel del *analista del problema*. El estudiante investigador completaría la hoja del *Análisis de Error de Newman* mientras el estudiante analista resolvería el problema.
- 2) Se seleccionó el tipo de problema y se desarrollo los problemas verbales acerca del tema que requería las destrezas en las cuales los estudiantes necesitaban práctica.
- 3) Se le explicó a los estudiantes el propósito de la tarea y cómo utilizar el instrumento. En particular, se destacó que el estudiante que fungiría como investigador de ninguna manera podría decir la respuesta, tenía que limitarse a hacer preguntas para guiar el analista del problema a la solución correcta.

Resultados y discusión de los hallazgos

La Tabla 1 muestra la distribución de las notas de una prueba previa al repaso (Pre Prueba) y las notas de la prueba después del repaso en la clase de Algebra Superior usando el Análisis de Newman (Pos Prueba). Una Prueba t realizada a los puntajes permitió identificar una mejora estadísticamente significativa ($p < .0004$).

Tabla 1. Distribución de notas de las pre y pos pruebas

	Pre Prueba	Pos Prueba
Promedio	68%	85%
Desviación Estándar	23%	14%
Moda	67%	100%

Las experiencias vividas por los maestros y los estudiantes fueron de las más gratificantes y hermosas que puede tener un educador. El Cuadro 2 presenta unos comentarios de los estudiantes acerca de sus experiencias al utilizar el Análisis de Error de Newman.

Cuadro 2: Comentarios de los estudiantes acerca del Análisis de Error de Newman	
<p>¿Cómo le ayudó la actividad?</p> <p>Me ayudó por que comprendí el papel que hace un maestro teniendo de ayudar a un estudiante, me ayudó en la clase por que ahora me siento más segura en la hora de coger el examen.</p>	<p>¿Cómo le ayudó la actividad?</p> <p>Bueno la actividad me ayudó mucho por que aprendí a ser un poco paciente. Aprendí a analizar el trabajo. Y pude entender un poco más el trabajo que en la clase.</p>
<p>¿Cómo le ayudó la actividad?</p> <p>me ayudó mucho por que tengo más confianza con ella que con la maestra, me gustaría que ella estuviera conmigo a la hora de estudiar ya que tengo malas notas en esta clase y ella sabe mucho de esta clase. Sinceramente me ayudó mucho. (me gustaría que le pusiera en la clase a ayudarme diariamente)</p>	<p>En mi papel como <u>Investigador</u> me sentí. Como si fuera un maestro que ayuda a su estudiante. También vi que es enseñar a una persona y que es observar a alguien analizando un trabajo y yo sentíme un profesional.</p>
	<p>¿Cómo le ayudó la act.?</p> <p>- Me ayudó por que fue como una hora de tiempo para mí, ya q. yo estaba más a gusto con ella recordando la ecuación. Fue divertido también.</p>

Conclusión

Luego de un estudio y análisis de los resultados obtenidos mediante el uso de la técnica se encontró:

- 1) un aumento significativo en el aprovechamiento académico de los estudiantes.
- 2) un cambio positivo de actitudes hacia las matemáticas por parte de los estudiantes;
- 3) un aumento en la autoestima de los estudiantes.

Estas experiencias y los resultados se han compartidos con compañeros de la escuela Eugenio María de Hostos, con maestros de matemáticas de la región educativa de Mayagüez y con participantes en la convención anual de la Asociación Puertorriqueña de Maestros de Matemáticas. Algunos de éstos maestros ya han utilizado la misma técnica de *Análisis de Error de Newman* con sus estudiantes. Joaquín Segarra desarrolló una propuesta de investigación para extender el trabajo en pares más allá de un repaso en parejas con el *Análisis de Error de Newman*. Los detalles de esta investigación que se realizó en el segundo semestre con la misma clase que había experimentado el uso del análisis de Newman se puede encontrar bajo el título *Elaborando el Pensamiento Matemático: Resultados de la Enseñanza en Pares Bajo un Marco de Estrategias Cognitivas*. En su investigación, José Ocasio utilizó el *Análisis de Error de Newman* en forma individual para analizar los tipos de errores cometidos por los estudiantes en demostraciones de congruencia de triángulos. Los detalles de la cual se puede encontrar bajo el título *Aprendizaje del Concepto de Congruencia de Triángulos: Análisis de Dificultades*.

Reflexión final

El aplicar el *Análisis de Error de Newman* como medio de repaso en parejas resultó efectivo para el aprendizaje profundo con un alto nivel de razonamiento matemático y para el desarrollo de destrezas meta-cognitivas de auto-monitoreo del aprendizaje de las matemáticas. Esta innovación en la técnica de Newman provocó cambios positivos en los estudiantes que facilitaron el aprendizaje profundo.

Referencias

- Casey, D.P. (1978). Failing Students: A Strategy of Error Analysis. *Aspects of Motivation* (p. 295-306). Melbourne: Mathematical Association of Victoria.
- Clarkson, P.C. (1991). Language Comprehension Errors: A Further Investigation. *Mathematics Education Research Journal*, 3(2), 24-33.
- Clements, M.A. & Ellerton N.F. (1996). *The Newman Procedure for Analyzing Errors on Written Mathematical Tasks*. The University of Newcastle: Faculty of Education.

Accesado el 21 de julio del 2005 de <http://smarnold.cabspace.com/PAGES/newman.htm>.

Newman, M.A. (1977). An analysis of sixth-grade pupils' errors on written mathematical tasks. Paper presented at the first conference of the Mathematical Education Research Group of Australasia (MERGA), May 18-21, Melbourne: Victoria.

Stenmark, J.K. & Equals Programs. (1994). *Assessment Alternative in Mathematics: An Overview of Assessment Techniques That Promote Learning*. University of California, Berkeley, Lawrence.

Bibliografía

Bellido, C., Walker, U. & Wayland, K. (2005). El Arte de Generar Buenas Preguntas en Matemáticas. *El Sol*, 49 (4).

Bransford, J.D; Brown, A.L; Cocking, R.R. (2000). *How People Learn*. Committee on Developments in the Science of Learning, National Research Council.

Wayland, K., Walker, U. & Bellido, C. (2005). Provocando el Pensamiento con Preguntas Conceptuales en Matemáticas SIDIM XXI Proceedings.

APRENDIZAJE DEL CONCEPTO DE CONGRUENCIA DE TRIÁNGULOS MEDIANTE EL ANÁLISIS DE DIFICULTADES: INVESTIGACIÓN EN LA SALA DE CLASE DE GEOMETRÍA (2005-2006)

José F. Ocasio
Escuela Superior Eugenio María de Hostos

Reflexión

El propósito principal de la investigación en la sala de clase de Geometría es mejorar el entendimiento de los estudiantes en áreas de dificultad. La motivación surgió de dos fuentes principales. Primero, de la experiencia de ver a los estudiantes desentendidos de la aplicabilidad de los conceptos que estudian a la vida real. Ven la matemática como un mundo ajeno y sin relación a su realidad. Segundo, de las conversaciones con Rosalía Álvarez, la maestra de la clase de Geometría, quién me indicó dos conceptos del curso de Geometría en los cuales se había observado que muchos estudiantes tenían dificultad: *congruencia* y *semejanza de triángulos*. Nos concentramos en el desarrollo y resultados en el concepto de *congruencia de triángulos*.

El objetivo principal de esta investigación fue buscar mejorar el aprendizaje del concepto de *congruencia de triángulos*. En el proceso de examinar como ocurre el entendimiento de congruencia de triángulos se utilizaron tres herramientas principales: las preguntas conceptuales, los manipulativos y las aplicaciones cercanas a la vida real.

Diseño metodológico

La intervención de esta investigación en acción enfocó en dos aspectos principales: el discurso de las clases y los instrumentos de 'assessment'. Se utilizaron preguntas conceptuales para introducir el concepto de congruencia de triángulos y las definiciones correspondientes. Se discutió que quiere decir que dos figuras son congruentes y las transformaciones que conservan la congruencia. Para determinar el conocimiento previo de los estudiantes sobre el tema, comenzaron con anotar en sus libretas lo que entendían por triángulos congruentes. Para ilustrar las transformaciones usaron manipulativos y visuales en transparencias. Los estudiantes tenían triángulos de papel en sus manos, los cuales movían según cada transformación, mientras se hacía lo mismo usando el proyector. Al final de esta clase, se les dio la asignación de buscar en su alrededor aplicaciones de triángulos congruentes, las cuales se discutieron en la clase siguiente.

En la clase siguiente se trabajó con los postulados y los teoremas de congruencia como tema. Para congruencia, se utilizaron manipulativos y construcción de triángulos. En un sobre se colocó unos triángulos construidos previamente, con las especificaciones de las medidas de sus lados y sus ángulos. Los estudiantes contaban con materiales de construcción: papel, regla, compás y transportador. La tarea para ellos consistía en ver si se podían reproducir el

triángulo especificado sin tener las medidas de los tres lados y los tres ángulos. Los estudiantes trabajaron en grupos y cada grupo podía hacer preguntas acerca de un triángulo escogido de un sobre. Cuando recibían información de una medida, construyeron esa parte del triángulo para verificar si podían producir el triángulo completo con las partes que tenían hasta el momento. Cuando algún grupo pudiera hacerlo, se buscaba la combinación que usaron y se identificaba esa combinación como una que *funcionaba*. Las combinaciones de tres partes que les permitieron producir el triángulo completo, las que *funcionaban*, se reconocieron formalmente como los *postulados de congruencia* (lado-lado-lado ó LLL, lado-ángulo-lado ó LAL, ángulo-lado-ángulo ó ALA) y el *teorema de congruencia* en el caso de la combinación (ángulo-ángulo-lado ó AAL) que puede resultar ambiguo. Estos descubrimientos se organizaron en la tabla siguiente:

Combinación	Reconocimiento
LLL – lado-lado-lado	Postulado LLL
LAL – lado-ángulo-lado	Postulado LAL
ALA – ángulo-lado-lado	Postulado ALA
AAL – ángulo-lado-ángulo	Teorema AAL

Se utilizaron dos instrumentos principales para el "assessment" del aprendizaje de congruencia de triángulos: pruebas cortas y un diario reflexivo. En su mayoría las preguntas incluidas en las pruebas cortas, que fueron administradas justo después de la clase, eran preguntas conceptuales para medir el entendimiento de congruencia de triángulos. Esto resultó útil para identificar ideas erróneas tanto en congruencia de triángulos como en conceptos estudiados previamente. En la clase siguiente, se discutieron las preguntas de las pruebas destacando las dificultades que tuvieron los estudiantes. El diario reflexivo tenía dos propósitos:

- 1) Obtener las impresiones de los estudiantes acerca de la clase y las actividades.
- 2) Averiguar qué habían entendido más o menos bien y en qué medida lo habían entendido y qué les causaba dificultad aún. Se utilizaron unas preguntas guías dirigidas a obtener esta información de los estudiantes.

Resultados, discusión de los hallazgos y limitaciones

Para tener con qué comparar los resultados, los estudiantes recibirían el mismo examen suministrado el año anterior. Al tomar el examen, no notamos mejoría alguna comparado con los grupos del año anterior. Además de la intervención realizada dentro de la clase, había una serie de factores externas que pudieron haber afectado el desempeño de los estudiantes. Primero, la semana en la cual se suministró el examen fue la semana de las pruebas puertorriqueñas. Por lo tanto no se pudo realizar la práctica que necesitaba con la destreza de demostraciones por las pre-pruebas de la semana anterior. Como la semana siguiente era la semana santa, no se podría posponer el examen sin tener otro efecto del lapso de tiempo. En el examen dado bajo la presión del tiempo fue precisamente la destreza de demostraciones que resultó más problemático para los estudiantes.

Para entender esta situación se utilizó el análisis de error de Newman de forma individual (cada estudiante completaba su propia hoja) a 20 de los 23 estudiantes para averiguar en qué partes de la demostración habían tenido dificultades mayores. El Análisis de Cinco Puntos de Error de Newman es un ejemplo de un diagnóstico bastante formal de técnicas de *assessment*, efectivo en una situación de intervención cuando se ayuda a un estudiante a resolver un problema e identificar las dificultades que tiene para resolverlo. Para realizar dicho análisis se pueden formular preguntas las preguntas que aparecen en el Cuadro 1, deteniéndose cuando una respuesta necesita ser aclarada.

Cuadro 1. Análisis de Error de Newman

<i>Pregunta</i>	<i>Propósito</i>
1. Léeme el problema por favor.	Identificar errores de lectura
2. ¿Qué tú crees que te está pidiendo hacer el problema?	Identificar errores de comprensión
3. ¿Qué método usarías para hallar y contestar el problema?	Identificar errores de transformación
4. Comienza a intentar resolverlo, y dime lo que vas haciendo de manera que te pueda escuchar. (Estudiante puede resolverlo en otro papel o en la parte de atrás de éste).	Identificar errores en el procesos de destrezas
5. Escribe la respuesta al problema (o ejercicio).	Identificar errores de codificación (recopilación)

Registrar los tipos de errores nos ayuda a entender mejor los procesos de pensamiento y áreas de dificultad de un estudiante en particular. Eventualmente, los estudiantes se harían estas preguntas ellos mismos o a su grupo. De esa manera ellos se pueden ayudar unos a otros a reconocer dificultades específicas. Más detalles de este proceso aparecen en el artículo de Gregorio Ruíz *Proceso de Análisis de Error de Newman como Estrategia Metacognitiva*.

Los resultados del análisis realizado indicaron que las dificultades principales fueron:

1. ***Olvido de material que sirve de base o fundamento para establecer conocimiento previo*** - La destreza de demostraciones requiere el dominio de conceptos y el uso de definiciones precisas estudiadas previamente. Algunos estudiantes tuvieron dificultades recordando y aplicando lo que se suponía fuera conceptos previos necesarios para apoyar su razonamiento en las demostraciones. Se identificaron claramente ocho estudiantes que tuvieron esta dificultad.
2. ***Confusión de métodos*** – En algunos casos, a pesar de discusiones de lo contrario, algunos estudiantes siguieron con la idea errónea que podían realizar demostraciones usando solamente las transformaciones de congruencia. Esta tendencia persistía durante todo el curso de geometría. Algunos estudiantes se fijan estrictamente en la impresión que obtienen de un dibujo, a pesar de las aclaraciones hechas en clase. Esta área merece atención en una investigación futura. Se identificaron tres estudiantes con esta dificultad.

3. **Compresión de lectura** – Algunas respuestas fueron tan inconsistentes con la pregunta hecha o la solución y al analizarlo notamos que lo que escribieron respondía a las instrucciones de problemas anteriores. Lo último ocurrió durante la re-enseñanza cuando les dimos datos para leer, analizar y llegar a conclusiones. En lugar de esto, algunos estudiantes se fijaron en demostrar congruencia, siguiendo instrucciones recibidas en tareas anteriores. Se identificaron ocho estudiantes con esta dificultad.
4. **Redacción** – En algunas ocasiones, se podía discernir de sus contestaciones la posibilidad de un pensamiento correcto, pero no expresado de forma adecuada. También tuvieron dificultad en expresar las proposiciones y su razonamiento en las demostraciones. Habían otros casos en que la redacción no permitía entender si las ideas estaban correctas o no. Se identificaron cinco estudiantes con la dificultad de redacción no adecuada.
5. **Confusión de postulados y teoremas** – Al comparar lo que dibujaron y lo que escribieron, parecía que habían pasado por un razonamiento correcto, pero no escribieron el postulado o teorema correcto. Esto se observó más en el proceso de pruebas cortas y examen.
6. **Fijación con ejemplos** – Al ver un dibujo similar a un ejemplo discutido en clase, un estudiante saltó a las mismas conclusiones e intentó hacer una demostración de la misma forma, aún cuando los datos dados eran distintos del ejemplo discutido. En el análisis de Newman se identificó solamente un estudiante con esta dificultad, pero se observó varias veces en las pruebas cortas, en el examen y en la discusiones en la clase.

Conclusión

Usando como referencia los problemas identificados, se planificó y ejecutó una re-enseñanza basado en ejercicios de analizar datos y llegar a conclusiones, en demostraciones como tal y completar el análisis de error de Newman. También se entregó una hoja de soluciones de demostraciones a los estudiantes antes de la reposición. Al tomar la reposición, todos los estudiantes aumentaron su puntuación en la parte de demostraciones, pero no todos aumentaron su nota. De este proceso concluimos que las demostraciones de congruencia necesitan mayor atención en la enseñanza de congruencia de triángulos, tomando en consideración el conocimiento previo, pensamiento crítico, análisis y destrezas de redacción que estas requieren.

Reflexión final

El crecimiento profesional provisto por esta experiencia tuvo cuatro aspectos: el grupo de trabajo, los conceptos pedagógicos, los conceptos matemáticos y las destrezas orales y escritas.

Grupo de trabajo

Los profesores, los maestros y los futuros maestros participes en el grupo de investigación en acción aportaron sus conocimientos y fortalezas al diseño y análisis de las clases tradicionales y modificadas, a la preparación del 'assessment' del aprendizaje y a la evaluación de los resultados de la investigación. Esto promovió un sentido de pertenencia y colaboración saludable. La investigación no fue un trabajo de futuros maestro que consultan a sus maestros cooperadores y profesores supervisores, sino una colaboración activa de profesores, de maestros y de futuros maestros. En esta colaboración todos tenían labores importantes y eran responsables del éxito o fracaso de ella. Se hizo claro que todos los miembros del grupo aprendieron y crecieron profesionalmente con la experiencia.

Conceptos pedagógicos

Dentro del proceso, fue necesario aplicar conceptos pedagógicos aprendidos en los cursos de pedagogía de manera directa y rigurosa, así como aprender nuevos conceptos y técnicas de investigación. Esto nos llevó a entender mejor las ideas mientras practicábamos realizar una investigación con el apoyo del grupo. Los planes, los resultados y los ajustes fueron analizados, evaluados y mejorados por todos los miembros del grupo.

Conceptos matemáticos

La experiencia me permitió profundizar mi propio entendimiento de congruencia de triángulos de una manera más rigurosa que en la práctica docente tradicional. La meta de promover el entendimiento conceptual profundo por parte de los estudiantes me hizo cuestionar mi conocimiento y solidificar mi dominio de los conceptos.

Destrezas orales y escritas

Escribir una propuesta, la cual fue revisada en varias ocasiones, y redactar este artículo, me hizo practicar ciertas destrezas de escritura. Además, presentar los resultados el 22 de abril de 2006 en el Congreso de Investigación en Educación de AIACiMa, me ayudó a organizar mis ideas para presentarlas.

Finalmente, considero que la investigación en acción de nuestro grupo fue una experiencia enriquecedora para todos los miembros. Mejoró mi preparación como maestro. No habría tenido la experiencia de evolucionar una actividad en el salón de clases dirigida a mejorar el aprendizaje de los estudiantes, intentar innovaciones en las técnicas de enseñanza y estudiar de la eficacia de estas sin el apoyo de un grupo como este.

Bibliografía

Bellido, C., Walker, U. & Wayland, K. (2005). El Arte de Generar Buenas Preguntas en Matemáticas. *El Sol*. 49 (4).

- Bransford, J.D, Brown, A.L, Cocking, R.R. (2000). *How People Learn*, Committee on Developments in the Science of Learning, National Research Council.
- Clements, M.A. & Ellerton N. F. (1996). *The Newman Procedure for Analysing Errors on Written Mathematical Tasks*. The University of Newcastle: Faculty of Education. Accesado el 21 de julio del 2005 de <http://smarnold.cabspace.com/PAGES/newman.htm>.
- Cowens, J. (2004, octubre). *Measure a tree*. *Teaching Prek-8*, p. 41, 43-44.
- Marielouise (marzo 24, 2000). *Re: Triangle Congruence Activity*. Mensaje escrito en <http://mathforum.org/t2t/message.taco?thread=3291&message=2>.
- Hirsch, C. R., & Laing, R. A. (1993). *Activities for active learning and teaching*. Reston, VA, USA: The National Council of Teachers of Mathematics.
- National Research Council. (2005). *How students learn: History, mathematics, and science in the classroom*. Washington, DC: National Academy Press.
- Northwest Educational Technology Consortium (NETC), Digital Bridges. *Examples of effective practices*. Obtenido en marzo 3, 2006 de <http://www.netc.org/digitalbridges/online/symposium/examples.php>.
- Reynolds, M. J. (2002, enero). *Letting the cat out of the bag... To make room for a triangle*. *Mathematics Teacher*, p. 6-7.
- Ruíz, G. (2006). *Proceso de Análisis de Error de Newman como Estrategia Metacognitiva*.
- Sanders, C. V. (2000). *I-Math- Triangles*. Obtenido en <http://www.k12.hi.us/~mathappl/im12tri.htm>.
- Sanders, C. V. (2000). *I-Math- Similar Triangles*. Obtenido en <http://www.k12.hi.us/~mathappl/im15sim.htm>.
- Slavit, D. (1998, enero). *Above and beyond AAA: The similarity and congruence of polygons*. *Mathematics Teaching in the Middle School*, p. 276-80.
- Stenmark, J. K. & Equals Programs (1994). *Assessment Alternative in Mathematics: An Overview of Assessment Techniques That Promote Learning*. University of California, Berkeley, Lawrence.
- Wayland, K., Walker, U. & Bellido, C. (2005). *Provocando el Pensamiento con Preguntas Conceptuales en Matemáticas SIDIM XXI Proceedings*.

EL EFECTO DEL USO DE LAS BITÁCORAS DIAGNÓSTICAS DE APRENDIZAJE EN QUE LOS ESTUDIANTES DOCUMENTAN LAS CLASES VERSUS LOS MÉTODOS TRADICIONALES: INVESTIGACIÓN EN LA SALA DE CLASE DE ALGEBRA (2005-2006)

Gustavo Santana
Escuela Superior Eugenio María de Hostos

Reflexión

Muchas personas, tanto adultos como jóvenes, durante el transcurso de sus vidas, han sido impactadas negativamente por su bajo aprovechamiento académico en el campo de las matemáticas. Probablemente son muy pocos los que podrían expresar que han tenido buenas experiencias en este campo. Evidenciar cuál es el factor principal por el que el estudiantado esté fracasando en este campo, sería algo muy difícil, sino imposible, de hacer ya que se sabe que es un problema multidimensional (problemas emocionales-familiares, falta de atención y práctica, desinterés, dedicación, etc.). En las libretas, los estudiantes recrean y redactan todo lo acontecido y discutido en clase. Cuan detallada y organizada esté la información en la libreta, también determina el material que finalmente el estudiante repasará para una asignación, prueba corta o examen y el éxito en las mismas.

Partiendo de la premisa de que el estudiante tiene una pobre organización en el material que recopila, es indispensable que existan estrategias que estimulen la forma en que debe organizar el material y cómo puede impactar esta organización al estudiante a la hora de estudiar el material. La utilización de técnicas de '*assessment*' es una estrategia bien importante para la solución de este problema. En esta investigación se examina en específico, la utilización de una técnica de '*assessment*' llamada Bitácoras Diagnósticas de Aprendizaje.

Revisión de la literatura y marco teórico

Además de los libros de texto y las hojas que se le pueden entregar al estudiante, la libreta es la herramienta principal con la que cuentan los estudiantes para justificar sus conocimientos. En ellas repasan y estudian de lo dado en clase. Se sabe que en muchas ocasiones el estudiante no copia lo relevante, impidiendo esto buenos hábitos de estudio, que tiene graves repercusiones a la hora de evaluar sus conocimientos. El uso de Bitácoras Diagnósticas de Aprendizaje es una técnica de '*assessment*' que consiste en que los estudiantes escriben una lista con los puntos más importantes que ellos entendieron en la sala de clase. Además el estudiante listará todos aquellos puntos que no quedaron muy claros en lo discutido en clase. Por último, en una tercera tarea los estudiantes redactan un listado de preguntas dirigidas a contestar las dudas que quedaron del material cubierto. El estudiante reflexiona, analiza y resume la información que conoce de su propio juicio. Ellos mismos diagnostican sus áreas fuertes y sus debilidades, dando así un remedio a las mismas. También, este '*assessment*' es efectivo para los maestros siendo una herramienta útil a la hora de ayudar al estudiante. Al

estar redactadas las necesidades de los estudiantes, los maestros saben en qué área exactamente pueden ayudarles, facilitando el trabajo tanto para él como para el estudiante. También este '*assessment*' provee la ventaja de que el estudiante aplique lo siguiente: (1) Análisis Crítico. (2) Habilidad para Resolver Problemas. (3) Hábitos de estudio y responsabilidad. (4) Une brechas entre el estudiante y el maestro. (5) Crea conciencia a la hora de estudiar y repasar.

Pregunta de investigación

La pregunta para la investigación en la sala de clase fue, ¿Cuál será el efecto en el aprovechamiento académico de los estudiantes con el uso de las Bitácoras Diagnósticas de Aprendizaje versus el uso de métodos tradicionales de redactar y recopilar información en la sala de clases?

Diseño metodológico

El grupo constó de un total de 26 estudiantes: 13 varones y 13 féminas. Los estudiantes fluctuaron entre 14 y 16 años de edad en la que predominaban los estudiantes de 15 años de edad. Como parte de la práctica docente y la introducción de estrategias y actividades que motivaran a los estudiantes, se usó la técnica de '*assessment*' de las Bitácoras Diagnósticas de Aprendizaje (BDA) de la siguiente forma:

1. Se le dio un material completo sin el uso de dicha técnica de '*assessment*'.
2. Finalizado este primer material, se le impartió un examen.
3. Luego, comenzamos material nuevo utilizando la técnica de '*assessment*'.
4. En cada sesión de clase en la que se introducía un material nuevo, al estudiante se le entregaba la hoja de '*assessment*' con la que contestarían las preguntas en base a lo que habían asimilado en la clase.
5. Teniendo esta información documentada, se analizaban y se le devolvía.
6. Cuando la sesión de clase era de ejercicios prácticos, al finalizar la clase se le entregaba la hoja de '*assessment*' para contestar preguntas dirigidas a esos ejercicios.
7. Nuevamente, teniendo esa información y siendo analizada, se le entregaba a los estudiantes.
8. Finalizado el segundo material, se le impartía un examen.
9. Se tomaron los dos resultados de los dos exámenes y se compararon.
10. Luego de terminada esa experiencia, los estudiantes tuvieron la oportunidad de reflexionar sobre sus experiencias con el uso de la técnica de '*assessment*', el tipo de aprovechamiento que obtuvieron y qué opinaron de la técnica.

Resultados y discusión de los hallazgos

Resultados de examen

Básicamente, los resultados reflejan una mejoría extraordinaria de calificaciones de los estudiantes. El punto más relevante en estas gráficas es el aumento en las “A” y la disminución en las “F”. También, es interesante ver el porcentaje de los estudiantes que aprobaron el primer examen versus la gran cantidad de estudiantes que aprobaron el segundo examen. Hay que aclarar que, como en todo experimento, los resultados de los estudiantes individuales varían dependiendo del estudiante. Lo que es obvio es el resultado contundente que tuvo el uso de la técnica.

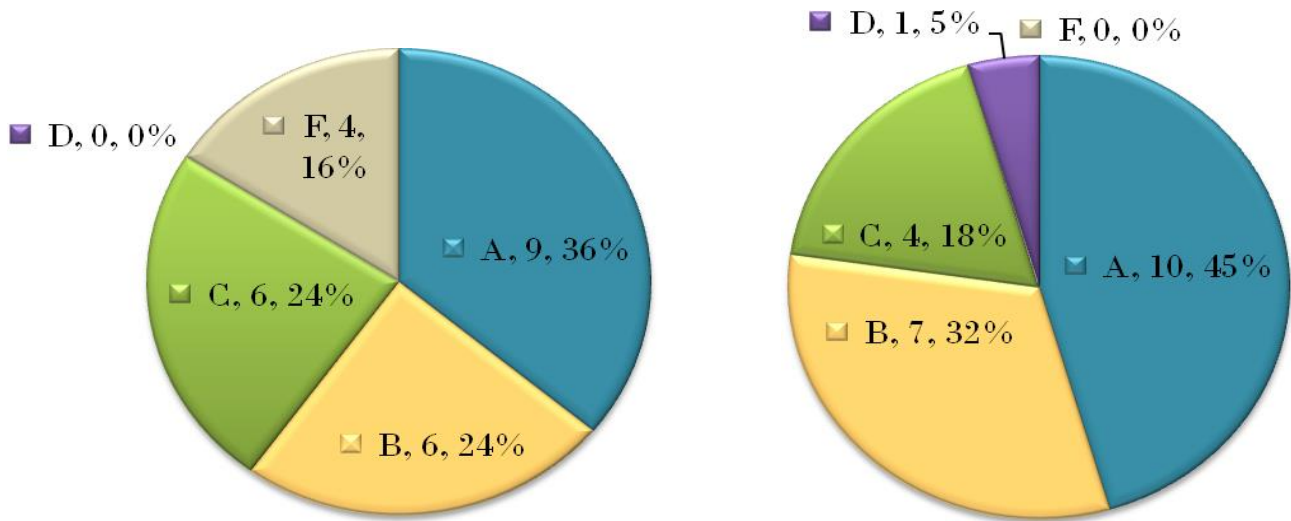


Figura 1. Primer examen sin BDA

Figura 2. Segundo examen con BDA

Algunas reacciones de los estudiantes

Los estudiantes emitieron comentarios como los siguientes, en relación al uso de la bitácora.

“...te ayuda a recordar lo que se ha aprendido. Algo así como una auto evaluación.”

“Estas preguntas están perfectas para usarlas como repaso...”

“...nos ayudaban a poder organizar nuestras ideas...”

Conclusión

Al inicio del semestre, muchos estudiantes se mostraron frustrados por los resultados iniciales de sus calificaciones. La inconsistencia los llevó a pensar que este sería otro semestre en el que muchos fracasarían. Pese a esos pensamientos, lograron superar y alcanzar unas expectativas académicas nunca imaginadas. La combinación de esta técnica de 'assessment' con clases con preguntas metacognitivas contribuyeron al éxito de muchos estudiantes.

También, el poder ver en un documento lo aprendido y lo no aprendido por un estudiante, era como escuchar un grito de *auxilio* de parte de ellos según el área en el que tenían problemas de aprendizaje. De esta forma se facilitaba tanto el enseñar como el aprender. Las expresiones de muchos estudiantes con respecto a la técnica de '*assessment*' eran positivas debido a la utilidad que tenía la misma a la hora de estudiar. Los estudiantes favorecían el uso de la técnica tanto para repaso como para realizar ejercicios. Debo traer otros puntos de vista con respecto a la técnica de '*assessment*', como por ejemplo, de estudiantes que no favorecieron el uso por que no le era necesario. Se respetó esa decisión debido a que eran estudiantes mayormente sobresalientes que optaron por no usarla, pero sus calificaciones no se afectaron por esto. Otros también expresaron lo mismo, pero como dato curioso en algún momento terminaron buscando el documento con el fin de repasar algún detalle.

Reflexión final

Aquí se ve los logros de la investigación realizada, pero no se ve el deseo de seguir explorando un poco más las necesidades de los estudiantes. Siempre es bueno el pensar en sus necesidades y el realizar algo por ellos. Esto fue solo una de muchas cosas que realizó AIACiMa por los estudiantes de Puerto Rico.

Bibliografía

- Angelo, T.A. & Cross, K.P. (1993). *Classroom assessment techniques: A handbook for college teachers* (2nd. Ed.) p. 311-315. San Francisco: Jossey-Bass.
- Bellido, C., Walker, U. & Wayland, K. (2005). El Arte de Generar Buenas Preguntas en Matemáticas. *El Sol*. 49 (4).
- Bransford, J.D; Brown, A.L; Cocking, R.R. (2000). *How People Learn, Committee on Developments in the Science of Learning, National Research Council.*
- Wayland, K., Walker, U. & Bellido, C. (2005). *Provocando el Pensamiento con Preguntas Conceptuales en Matemáticas SIDIM XXI Proceedings.*

ELABORANDO EL PENSAMIENTO MATEMÁTICO MEDIANTE LA ENSEÑANZA EN PARES BAJO UN MARCO DE ESTRATEGIAS COGNITIVAS: INVESTIGACIÓN EN LA SALA DE CLASE DE ALGEBRA (2005-2006)

Joaquín Segarra
Escuela Superior Eugenio María de Hostos

Reflexión

En Puerto Rico no han sido muy abundantes los estudios hechos acerca de la enseñanza con estrategias metacognitivas y aún menos los estudios hechos sobre la enseñanza en pares utilizando estrategias metacognitivas. Investigaciones hechas alrededor del mundo (ej. Mevarech 1999, Goos 2002) han puesto de manifiesto como la enseñanza con estrategias metacognitivas puede dar resultados eficientes en el desarrollo académico y comprensivo de los estudiantes. Estas estrategias buscan establecer un ambiente en donde el estudiante examina, discute, verifica y explica su razonamiento.

Revisión de la literatura y marco teórico

Siempre me decía mi profesor de Algebra Abstracta que para poder aprender bien el material, lo mejor que se podía hacer era explicarle a un compañero lo que se había entendido. Me decía que a la vez que me preparaba para explicar el material al compañero organizaría mis pensamientos con énfasis en las partes que me habían dado dificultad. También las preguntas de parte del compañero me obligarían aclarar mis razonamientos o modificar mi entendimiento inicial.

Slavin (1996, pp. 49-50) propone que: “(a) mediante la retroalimentación mutua y el debate, los pares se motivan uno al otro a abandonar prejuicios y buscar mejores soluciones; (b) la experiencia de la interacción entre pares puede ayudar a dominar los procesos sociales del niño, tales como la participación y argumentación, y procesos cognitivos tales como verificación y el pensamiento crítico; (c) la colaboración entre pares puede proveer un foro para el aprendizaje de descubrimiento y puede motivar el pensamiento creativo; y (d) la interacción entre pares puede llevar a los niños al proceso de generar ideas.”

Con frecuencia los estudiantes perciben lo que presenta el maestro en la clase desde una perspectiva muy distinta a la de éste. En el libro *How People Learn*, Bransford y sus co-autores (2000) explican que esto es parte de las diferencias entre el novicio y el experto. En este caso el maestro tiene la ventaja del experto, ya sea debido a la práctica o al conocimiento amplio y profundo que tiene del material que presenta, de manera que su explicación queda sumamente clara a él mismo. Mientras el estudiante tiene la desventaja del novato que no entiende el significado de las palabras claves, le falta tiempo y experiencias para hacer sentido de lo presentado para luego aplicarlo. Esta discrepancia entre experto y novato puede llevar al maestro de matemáticas a subestimar el tiempo que necesitan los estudiantes

para aprender con entendimiento. Considera la diferencia que puede haber entre la forma en cómo un local mira un mapa para llegar a una fiesta y cómo lo ve un extranjero que nunca ha venido a Puerto Rico. Por mejor que expliques y más detalles que incluyas, el extranjero se pierde con el mismo mapa que el vecino sigue perfectamente bien. Ahora, si el extranjero tiene un acompañante, entre los dos pueden proceder con mayor confianza y se apoyan mutuamente hasta llegar a la fiesta.

En este caso aplica muy bien el dicho que dice: “dos cabezas piensan mejor que una”. Pero ahora bien, para que este proceso sea efectivo es necesario que nosotros como maestros aprendamos a reconocer el valor de cómo hacer preguntas que motiven al estudiante a pensar más allá, a analizar el por qué de su pensamiento (Bellido, Wayland y Walker, 2004). Algunas de estas preguntas pueden girar e ir dirigidas en torno a los cuatro pasos que sugiere Polya, que son: 1) entender el problema, 2) configurar un plan, 3) ejecutar el plan y 4) revisar.

Con estos pasos en mente el maestro puede preparar una clase que ayude al estudiante a organizar y construir su conocimiento. Es indispensable que el maestro establezca un ambiente de respeto y confianza con sus estudiantes, esto con el fin de que los estudiantes se sientan seguros, no solo en contestar preguntas, sino en hacer preguntas y encontrar su propio camino para entender. Una parte de crear este ambiente es hacer clases que relacionen el material a situaciones cotidianas de sus vidas o procesos de ejecución que son utilizados en las profesiones que les interesan (ej. medicina, ingeniería, meteorología, deportes, etc.). Teniendo ya un ambiente propicio para la exploración podemos visualizar ahora el diseño y resultado de la investigación.

El objetivo de esta investigación fue analizar y comparar el estilo tradicional de enseñanza individual con uno de enseñanza en pares en que se utilizan estrategias cognitivas. Al realizar esta investigación se esperaba demostrar cómo trabajar en pares puede mejorar el aprovechamiento académico de los estudiantes y crear un ambiente propicio para desarrollar el razonamiento matemático y establecer vínculos de comunicación dentro de una comunidad matemática.

Diseño metodológico

Para esta investigación se trabajó con estudiantes de 2^{do}, 3^{ro}, y 4^{to} año matriculados en el curso de Álgebra Superior en la escuela superior del sector público. Se utilizó la evaluación de los progresos académicos de cada estudiante en el semestre anterior (agosto-diciembre) para la selección de parejas. Se procedió de la siguiente manera: Un estudiante de alto rendimiento académico (A ó B) se unía a uno de bajo rendimiento (D ó F) rendimiento académico; cuando el progreso académico del estudiante era uno regular (C) se unía a otro estudiante con un progreso académico similar. A estas parejas a mediados del semestre se les dio la oportunidad de escoger otra pareja de acuerdo a sus gustos. Muchos decidieron quedarse con la misma pareja mientras otros optaron por cambiar.

Se organizaron los pupitres del salón de clase en filas de dos pupitres anexados de manera que cada estudiante pudiera atender a la clase junto a su compañero de trabajo. Así pudieron discutir ambas las dudas que les surgían dentro de la clase. En el caso de ausencias a la clase, los estudiantes que quedaban sin compañeros formaban parejas entre sí. De esta forma los estudiantes eran parte del modelo triangular (Figura 1), en contraposición al modelo individual donde la interacción es básicamente entre estudiante–maestro. El proceso consistió en que a la vez que el maestro guiaba la clase y presentaba material, los estudiantes compartían sus ideas y percepciones construyeron así su conocimiento los unos con los otros. Esto le daba al estudiante la oportunidad de visualizar ese material, que muchas veces es nuevo para ellos, desde un mismo plano. En este modelo triangular la discusión se elabora entre compañero–compañero simultáneamente con maestro–estudiante.

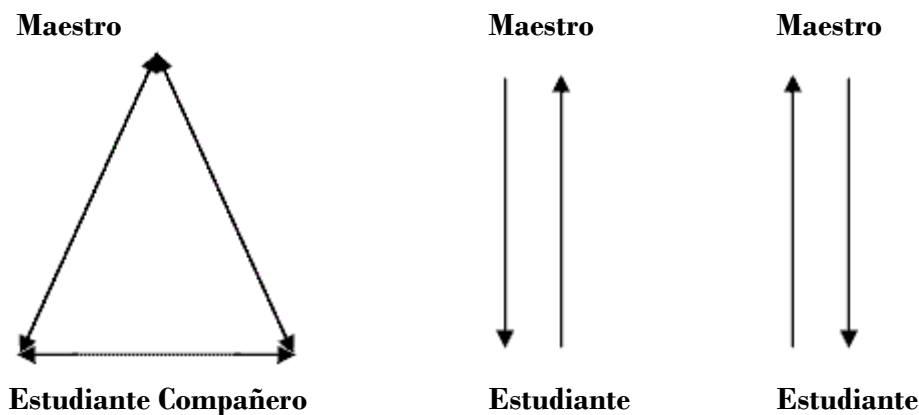


Figura 1. Modelo Triangular vs. Modelo Individual

En adición a interactuar las parejas en la sala de la clase se les dieron trabajos, asignaciones y repastos en parejas para motivarlos a trabajar con sus respectivos compañeros fuera del salón de clase. Se utilizó el *Análisis de Error de Newman* (vea el artículo de G. Ruiz para mayor información), exámenes diagnósticos, preguntas abiertas y reflexiones de la clase para que los mismos estudiantes, en adición al maestro, determinaran en que partes de su proceso de analizar el material tenía dificultades o en que parte específica del material en sí presentaba contratiempos.

Resultados y discusión de los hallazgos

Los estudiantes obtuvieron mejores calificaciones que las que habían obtenido el semestre anterior (Figura 2), en donde, aunque habían recibido una enseñanza con estrategias metacognitivas, no se le había integrado el sistema de aprendizaje en pares. Mediante sus exámenes y trabajos los estudiantes mostraron evidencia de que la enseñanza en pares tiene un efecto positivo en su aprendizaje.

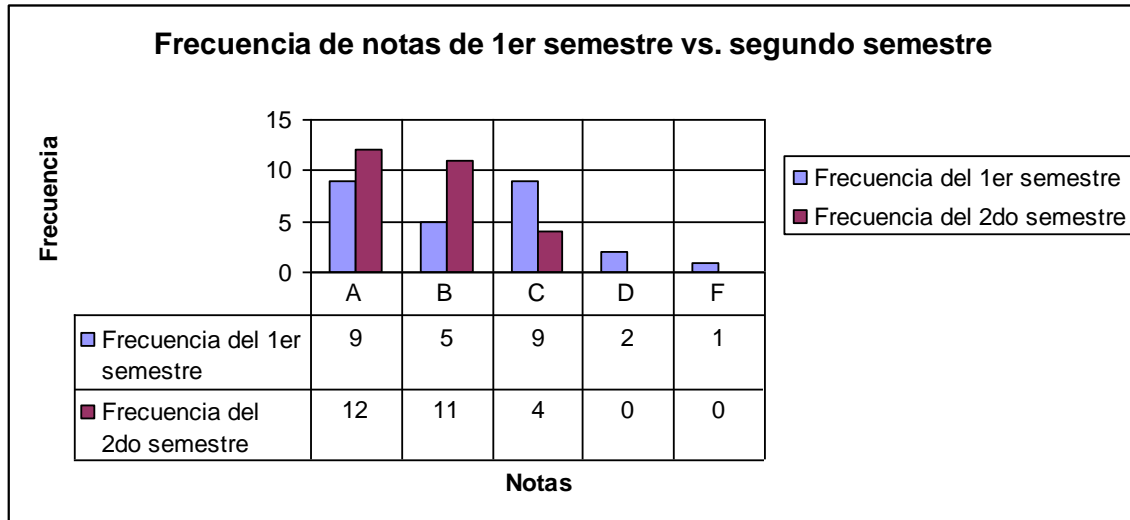


Figura 2. Comparación de frecuencia de notas obtenidas por los estudiantes usando aprendizaje individual (1er. semestre) y aprendizaje en pares (2do. semestre).

Hubo un aumento de 10 puntos porcentuales en las A y de 22% en las B en comparación con el primer semestre, además de que se evidenció una disminución de 20 puntos porcentuales en las C y una desaparición de las D y las F (Figuras 3 y 4).

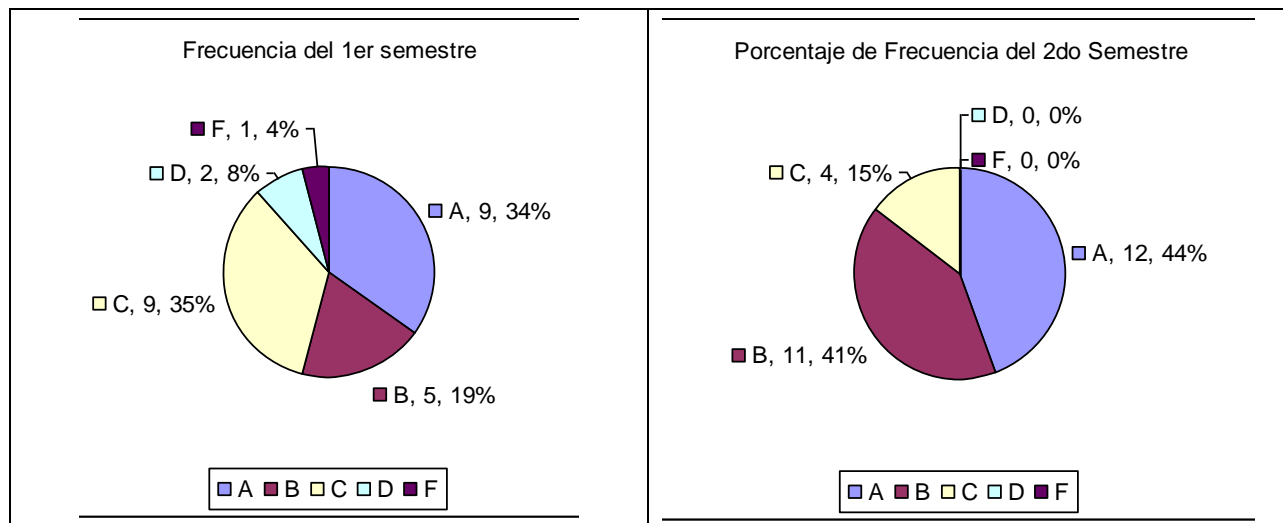


Figura 3. Porcentaje de notas obtenidas por los estudiantes usando aprendizaje individual (1er. semestre)

Figura 4. Porcentaje de notas obtenidas por los estudiantes usando aprendizaje en pares (2do. semestre)

Las gráficas muestran un resumen de los resultados. Los resultados más impactantes se ven en las reflexiones de los mismos estudiantes acerca de su actitud y el espíritu de regocijo y de agrado que expresaron hacia el aprendizaje de las matemáticas, además del proceso de establecer buenas relaciones sociales entre ellos mismos. Algunos de sus comentarios fueron:

“Fue bastante bien (el estudio en pareja) ya que nos conocemos de antemano, y fue algo bonito porque tuve la oportunidad de dar mis ideas y enseñarle a él, ya que no estaba

llevando muy buenas notas. Además hubo un poco más de confianza y...un poquito de paciencia, porque no es fácil enseñarle a una persona que va desde cero hasta sacar la buena nota que saco (B). Fue algo bien chévere y dio resultado.” -Miguel

“Yo creo que es más efectivo con un compañero para estudiar, porque hay cosas que cuando uno está solo no entiende, entonces la otra persona entiende esa parte de manera que mutuamente los dos se pueden entender y hacerlo mejor.” -Edison

(El estudio en pares) “me ayudó en que yo tenía que estar súper segura de lo que estaba ayudando. Repasándole a ella estaba bien porque ya yo había repasado lo que se daba en la clase, la teoría y todas las reglas. Me ayudó porque así yo me las aprendí mejor para el examen. Nos ayuda a establecer más vínculos de amistad y comunicación.” -Cardarys

“El compañero me aclara las dudas de manera individual y al tener la misma edad hay más confianza; hay más química, que cuando estoy con todo el grupo.” –Sylvia

Conclusión

Los resultados demostraron claramente como la enseñanza en pares puede ser efectiva y motivadora tanto en la faceta social como en la académica. En conclusión los resultados reflejan que la enseñanza en pares puede mejorar el aprovechamiento académico y puede mejorar y agudizar las relaciones sociales entre los estudiantes, creando así un vínculo social de trabajo, en donde el estudiante aprende a escuchar y compartir sus ideas trabajando.

Reflexión final

Esta investigación a su vez queda abierta para que se siga haciendo estudios en el campo de la enseñanza en pares con estrategias meta-cognitivas, y para que se perfeccionen los métodos y técnicas, en búsqueda de lograr una enseñanza integral y efectiva en las aulas del país.

Referencias

- Bellido, C., Walker, U. & Wayland, K. (2005). El Arte de Generar Buenas Preguntas en Matemáticas. *El Sol*. 49 (4).
- Bransford, J.D., Brown, A.L., Cocking, R.R., et.al. (2000). How Experts Differ from Novices. *How People Learn*, 2, 31-50.
- Goos, M., et.al.. (2002) Socially Mediated Metacognition: Creating Collaborative Zones of Proximal Development in Small Group Problem Solving. *Educational Studies in Mathematics*. 49(2), 193-223
- Mevarech, Z.R. (1999). Effect of Meta-Cognitive Training Embedded in Cooperative Settings on Mathematical Problem Solving. *Journal of Educational Research*, 92(4), 195-205

Slavin, R.E. (1996). Research on Cooperative Learning and Achievement: What We Know, What We Need to Know. *Contemporary Educational Psychology*, 21, 43-69.

APRENDIZAJE DEL CONCEPTO DE CONGRUENCIA DE TRIÁNGULOS MEDIANTE EL ANÁLISIS DE DIFICULTADES: INVESTIGACIÓN EN LA SALA DE CLASE DE MATEMÁTICAS DE UNDÉCIMO GRADO (2007-2008)

Juan Alvarado Mateo
Escuela Superior Eugenio María de Hostos de Mayagüez
Dr. Keith Wayland, UPRM

Reflexión

Las matemáticas son un lenguaje que bien utilizado nos ayuda a describir las realidades concretas y abstractas. Son universales, porque los resultados que se obtienen son aceptados internacionalmente. Son ciencia viva, porque arqueológicamente hablando no son un fósil, hay que construirla y son un reto en cada problema. Son útiles en los salones de clases, comprenden la habilidad y la competencia como sus herramientas fundamentales.

La matemática de manera general se puede definir como la ciencia que se ocupa de describir y analizar cantidades, el espacio, la forma, los cambios, la incertidumbre y las relaciones. Sencillamente, si observamos el mundo que nos rodea, podemos encontrarla en todos sus componentes porque está presente en los aspectos de la vida de las personas y en el quehacer diario. (Euskal Eskola Publikoa Gaur Bihar, 2006).

Revisión de la literatura y marco teórico

Parte importante en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas es el aspecto de cómo los estudiantes aprenden. Donovan y Bransford en sus libros, *How Students Learn: Mathematics in the Classroom* (2005) y *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School* (2005), señalan que los estudiantes llegan a los salones de clases con concepciones previas o conocimiento preexistente acerca de cómo funciona el mundo que los rodea. Si los estudiantes no incorporan al estudio esta comprensión inicial, es posible que no asimilen, ni entiendan los nuevos conceptos e información que se les está enseñando.

Suele suceder que los aprendan para responder un examen, pero fuera del salón regresen a sus concepciones previas. Estas concepciones previas son bastantes poderosas en el crecimiento de los niños como individuos. Ellos desarrollan la competencia utilizando su conocimiento preexistente como base profunda de saberes factuales (realidad del mundo cotidiano), para comprender hechos e ideas de un marco conceptual y organizar esos saberes con datos y procedimientos de manera que faciliten el acceso y la aplicación de los mismos.

Además, Donovan y Bransford comentan que la instrucción desde un enfoque meta-cognitivo, es un proceso de enseñanza-aprendizaje donde los estudiantes asumen el control del mismo. Dicho enfoque meta-cognitivo enfatiza un aprendizaje dentro de una comunidad donde la enseñanza está centrada en el estudiante, atendiendo su conocimiento previo y

centrado en el conocimiento nuevo enfocando la enseñanza y enfatizando en el avalúo, aunque no centrándose en él. La comunidad es aquel ambiente donde se vigila el proceso de logros y metas en la enseñanza-aprendizaje.

Sin embargo, existen factores que impiden que los estudiantes puedan conectar y relacionar las matemáticas con problemas de la vida diaria. Por lo tanto, muchos logros y metas de los maestros y estudiantes dentro de la comunidad, se ven afectados por estos factores. La ansiedad es considerada como uno de estos factores. Este factor ha cobrado interés y preocupación desde finales del siglo 20 hasta el presente. Reyes Tejada (2003, pág. 27), define ansiedad como, “una reacción de tipo emocional que se genera ante la expectativa creada por la inminencia o presencia de un objeto o una determinada situación, y tal ansiedad llega a su culminación cuando el objeto o la situación ansió gena se dan, se concretizan y, por lo tanto, ya no representan un elemento de amenaza para la persona”.

Existen varias investigaciones acerca de la ansiedad hacia las matemáticas. Por ejemplo, Gil, Blanco y Guerrero (2006) nos adentran a una realidad donde gran parte de los estudiantes, conciben la matemática como un conocimiento complejo que genera sentimientos de intranquilidad, miedo, ansiedad, inseguridad y desconcierto, manifestándolo con frecuencia con expresiones y connotaciones negativas a cerca de ésta. Además, sostienen que el rechazo hacia esta materia influye en la propia naturaleza precisa, exacta y sin ambigüedades de las matemáticas; su carácter abstracto e impersonal; la actitud de los profesores hacia los alumnos y hacia la disciplina en cuestión; y la metodología de enseñanza-aprendizaje. Estos sentimientos, ideas, expresiones y actitudes han sido y son tema de múltiples escritos e investigaciones.

Sobre actitud nos habla la profesora de psicología, Carol Dweck de la Universidad de Stanford en Estados Unidos, en una entrevista con Matías Loewy de la Revista Noticias (Año XXIII N^a 1572 de Argentina, el 9 de febrero de 2007). En la misma, la autora del libro *Mindset* propone estrategias efectivas para transformar una actitud mental. Ella menciona que existen dos tipos de mentalidad: “fija” y “de crecimiento”, donde aquellos que se dirigen al crecimiento suelen ser más exitosos. Abunda diciendo que aquellas personas con mentalidad fija creen que sus cualidades básicas como la inteligencia o talento son rasgos fijos, y siempre tratan de demostrar que son ganadores y no perdedores, ocultan sus deficiencias y se amargan si los demás no les reconocen. Mientras que los de mentalidad de crecimiento creen que sus cualidades básicas pueden ser cultivadas mediante el esfuerzo y el aprendizaje, buscan desafíos con el propósito de que sus aptitudes evolucionen a un nivel superior. Ella asevera y cito: “Uno no llega a la cima sin el deseo de crecer y la habilidad de aprender de sus propios errores” (*Revista Noticia, Argentina, pág. 32*). La autora afirma además, que ambas mentalidades tienen fuertes repercusiones en la persona que posee una mentalidad u otra, y en su percepción de éxito o fracaso.

El 7 de septiembre de 2007, Carmen Schell, periodista de uno de los rotativos de Puerto Rico, escribió un artículo titulado *Resta ansiedad y suma interés*. Schell entrevistó a Patricia Malley Vega, psicopedagoga que ha estudiado profundamente la fobia hacia las matemáticas en estudiantes puertorriqueños, y al Dr. Luis F. Cáceres, Decano de Investigación Educativa de

la Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez (RUM). Resulta interesante, el hecho de que ambos plantearán inquietudes similares a las deficientes calificaciones del estudiantado puertorriqueño en Matemáticas.

Malley en su experiencia investigando el tema concluye que la fobia puede ser tan fuerte que hay quienes cambian hasta el rumbo profesional para evitar la matemática, que tanta ansiedad les trae a sus vidas. Según Halley es alarmante la cantidad de estudiantes que fracasa en matemáticas o que requiere de tutorías para aprobar la asignatura. Para el Dr. Cáceres, la fobia a las matemáticas afecta el aprovechamiento y el aprendizaje de la materia, porque el estudiante viene prejuiciado con temores incluso de los propios maestros.

La ansiedad a las matemáticas tiene una influencia más grande en cómo la gente hace las matemáticas y cuánto aprenden sobre la disciplina de la que los psicólogos experimentales quieren pensar, plantea Ashcraft (2003). Ashcraft observó personas mientras resolvían problemas matemáticos con la intención de evaluar como la ansiedad afectaba el razonamiento matemático. Los resultados de su estudio revelaron que mientras mayor la ansiedad, menor la capacidad de memoria para trabajar ejercicios matemáticos y concluyó que la ansiedad consume el espacio de memoria que es necesario para resolver problemas matemáticos (Schell, 2007).

Según Patricia Halley (REF), cuando las personas sufren de fobia o ansiedad matemática, por lo general suelen evitar la disciplina y ésta debe ser una de las primeras señales para poder identificar la condición. En referencia a sus observaciones suscribió, que inclusive las personas que la sienten, evitan participar en clase o ir a la pizarra porque saben que hay sólo una respuesta posible a los ejercicios matemáticos y temen que quede claramente establecido frente a sus compañeros de clase que no dominan el material. La psicopedagoga explica que los maestros y padres deben de estar pendientes al comportamiento de los estudiantes para saber si la fobia o ansiedad hacia las matemáticas es lo que está afectando su desempeño académico. De igual forma, sugiere que si se sospecha que el estudiante sufre de ansiedad matemática es recomendable preguntarle directamente, para empezar a tratar la condición lo antes posible.

Entonces surge una serie de interrogantes donde la de mayor interés y preocupación es, ¿sí se administran pruebas psicométricas para identificar la ansiedad hacia la matemática, y se interviene con estrategias de enseñanza cooperativa, el estudiante será capaz de mejorar su aprovechamiento académico? Las estadísticas ilustran que la mayoría de los jóvenes que ingresan a la universidad fracasan o se dan de baja de los cursos de matemáticas en primer año, dice la prensa Unidos por las Matemáticas del Departamento de Ciencias Matemáticas del Recinto Universitario de Mayagüez (RUM). Además, el número de estudiantes que fracasa en la materia va en aumento (Shell, 2007). De hecho, anualmente en el RUM el 45% de los que toman el curso de Pre-cálculo I fracasan, el 35% de los que toman Matemática Pre-básica fracasan y el 25% de los que toman Razonamiento Matemático fracasan. De esto se desprende, que la mayoría de los estudiantes que con ayuda, logran sobrevivir las clases de matemáticas manifiestan fobia, ansiedad y aversión a la materia (Ídem, pág. 12).

También, los resultados en el examen diagnóstico para acomodo de matemáticas a estudiantes de nuevo ingreso del RUM indican que desde el 2001 al 2005, el número de estudiantes que aprueba el examen ha disminuido dramáticamente de un 62% a 25.6% (Shell, 2007). En el 2007, se redujo a un 13.7%. De manera similar, las Pruebas Puertorriqueñas de Aprovechamiento Académico en el área de matemáticas no reflejan una mejoría significativa en el aprovechamiento académico del estudiantado en la materia. Esto debido a que los resultados demuestran variantes por año. Del 2001 al 2007, los resultados fluctúan entre un 30% a un 43% según informe presentado en abril de 2007. Las expectativas del Departamento de Educación de Puerto Rico es que el incremento de este resultado llegue para el año 2009 a un 90%, y la pregunta es, ¿Acaso estamos haciendo algo para encaminarnos a esta meta? Variables exógenas están afectando el proceso para lograrlo, entre estas están: que el estudiantado se ausenta el día de la administración de las mismas porque las pruebas no cuentan para notas ni le dan algún beneficio. Algunos estudiantes sienten ansiedad, porque creen que si salen mal se afectarán sus notas, y además las pruebas cubren material que ya han estudiado en clases (Rodríguez, 2007).

Por otro lado, los elementos mencionados no aparentan afectar los resultados del *College Board* que se administra año tras año. De hecho, los resultados en razonamiento matemático, en contraste con las Pruebas Puertorriqueñas reflejan un balance en el promedio de los mismos, de un 474 en el 2005 a un 466 en el 2006 (Pérez, 2007).

El tema de las emociones para los seres humanos es muy familiar, porque prácticamente todos han experimentado una gran variedad de emociones en sus vidas. Por tanto, se aprecia en gran parte de la vida cotidiana de los seres humanos y son las que determinan nuestro estado de ánimo día tras día. Sin embargo, entender las emociones no es algo fácil para las personas (Álvarez, 2006). De hecho, fueron eliminadas del programa de investigación de las Teorías Cognitivas del Aprendizaje y del estudio de la Neurobiología hasta finales del siglo pasado (LeDoux, 1996). Esto sucedió, porque a partir de los años setenta los científicos encontraron pertinente aceptar que las emociones eran factores claves en el desempeño de las personas y en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Entonces, comenzó lo que hoy conocemos como neurociencia, investigando las emociones como memorias en nuestro encéfalo, su relación con los tipos de memorias y con los procesos cognitivos (Álvarez, 2006). En síntesis, toda percepción sensorial pasa por el centro emocional antes de llegar al análisis racional.

Según Álvarez, 2006, las neurociencias fueron avanzando tanto en el estudio de las emociones hasta el punto en que el concepto de las emociones toma importancia en la educación por su íntima relación con la inteligencia. De allí, la teoría que hoy conocemos como Inteligencia Emocional (Goleman, 1995). Luego, la perspectiva psicológica encontró que las emociones son parte de lo que llamaron cognición humana, que es la reacción de los organismos a enfrentar una determinada situación. Siendo entonces un proceso natural que ocurre en el Sistema Límbico de los seres humanos (Álvarez, 2006). Estudios e investigaciones llegaron a la conclusión de que las emociones ocurren dentro de un Circuito de Respuesta Emocional (LeDoux, 1994) donde la amígdala (glándula cerebral) procesa el estímulo y lo razona, luego

envía a todo el cuerpo un mensaje inmediato a través del cordón nervioso central al tálamo que a su vez envía un mensaje a la corteza cerebral donde se analiza la situación y se toma la decisión, acción o solución (Álvarez, 2006).

Phelps y Leroux, (2005) en su artículo *Contributions of the Amygdala to Emotion Processing: From Animal Models to Human Behavior* mencionan que la amígdala está involucrada en el aprendizaje y la memoria emocional implícita. Además, se le ha relacionado con funciones de miedo, ansiedad y otros desordenes afectivos, tanto en personas sanas como enfermas de salud mental. Sin embargo, estos autores explican que el análisis se hace más difícil aún, porque el desarrollo de las emociones en los seres humanos no ocurre necesariamente por algún tipo de acondicionamiento. De hecho el acondicionamiento no es el modo primario de desarrollar las memorias y el aprendizaje emocional. Los seres humanos aprendemos por experiencia directa o porque oímos hablar a alguien de su experiencia (Álvarez, 2006). Phelps y otros (2004) en Álvarez (2006), investigaron la función de la amígdala en la extinción del miedo aprendido por condicionamiento. Ellos descubrieron un resultado impactante, la extinción de una respuesta condicionada no se debe a la eliminación de las memorias de miedo, sino a la formación de un nuevo aprendizaje o memoria. Además, encontraron que para que ocurriera este nuevo aprendizaje, la amígdala y la corteza ventral prefrontal forman un nuevo circuito de memoria que compete con la memoria del miedo ya establecida (Álvarez, 2006).

Es precisamente la corteza ventral frontal la encargada de formar las memorias del nuevo aprendizaje conocida como memoria de extinción. Esta función de la amígdala se ha relacionado a los desordenes mentales de miedo y ansiedad (Anderson y Phelps, 2002). La mayoría de nuestros miedos al igual que nuestra aversión a ciertas cosas ha surgido, no porque hayamos tenido experiencia directa con el objeto o situación, sino porque han sido adquiridos por el folclore cultural o otras personas nos han contado sobre situaciones de miedo o experiencias negativas que han tenido (Álvarez, 2006). Por ende, muchos estudiantes enfrentan miedos desproporcionados y a veces irracionales hacia las matemáticas. A menudo, esto resulta en un efecto debilitante que los lleva a un bajo aprovechamiento académico y por consecuencia evitar los cursos de matemáticas. Es por esta razón que surge la necesidad de desarrollar intervenciones para reducir la ansiedad matemática.

Álvarez (2006) menciona que la mayoría de estas intervenciones han sido formuladas por diversas disciplinas como la psicología, la sociología y la pedagogía. Éste explica, que desde la perspectiva de la matemática educativa, se requiere de intervención pedagógica para reducir la ansiedad hacia las matemáticas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las mismas y formar ese nuevo circuito de memoria que luche contra la memoria ya establecida que produce ansiedad. De esta manera formar la memoria de extinción o nuevo aprendizaje.

Para lograr este objetivo es preciso implementar estrategias no tradicionales de enseñanza que ayuden a lograr esa memoria de extinción. Sin embargo, aunque se pueda reducir la ansiedad a través del uso de estrategias pedagógicas, la revisión literaria advierte por medio de la Teoría Conductual que para extinguir las emociones negativas es esencial usar desensibilización. Este método nos dice que se puede reducir el miedo y la ansiedad asociando

de manera gradual una respuesta nueva a estímulos que han venido causando temor. Solamente los psicólogos pueden administrar la misma y eso requiere un proceso de mayor duración que el del tiempo que duró esta investigación.

Sousa (2008) coincide con Álvarez (2006) en que para lograr disminuir la ansiedad matemática, la escuela debe hacer modificaciones en las siguientes áreas: estrategias de enseñanza, currículo, actitudes del maestro, avalúo, y en la cultura escolar. Según Sousa, la ansiedad matemática se manifiesta en niños y adultos como una sensación de tensión que interfiere con la manipulación de números en la solución de problemas en los medios académicos y situaciones de la vida ordinaria. Los estudiantes en todos los grados a menudo desarrollan un miedo a las matemáticas debido a experiencias negativas en las clases. Esto les crea falta de confianza en sí mismos con las manipulaciones algebraicas y manifiestan el miedo al fracaso que a menudo se deriva de una falta de confianza. Las personas con ansiedad matemática llevan sus mentes con frustración y en situación de pruebas o exámenes suelen tener problemas con límites de tiempo. Por lo general, los estudiantes con ansiedad tienen una comprensión limitada de conceptos matemáticos, ellos se basan principalmente en memorizar procedimientos, reglas y rutinas sin mucha comprensión conceptual (Sousa, 2008).

Además, Sousa hace recomendaciones para atender la ansiedad hacia las matemáticas, estas son: el maestro debe proveer al estudiante confianza asignándole tareas apropiadas y relevantes a su interés, debe demostrar el valor y la contribución de la matemática en otras disciplinas en la sociedad, también debe dar oportunidades de éxito en la materia en otros aspectos que el estudiante refleje dominio y debe aceptar todas las respuestas en busca de la correcta transmitiendo de esta manera confianza. De igual manera, el currículo debe fomentar el aprendizaje por descubrimiento proveyendo actividades donde los estudiantes puedan probar sus ideas o conocimientos como herramientas de su propio aprendizaje. En cuanto a las estrategias, estas deben estimular al estudiante en constante aprendizaje limitando la memorización con el fin de desarrollar mentes de exploración y razonamiento de las aplicaciones de los conceptos a la vida real, a su vez deben investigar y formular preguntas que envuelvan las relaciones matemáticas con el mundo que les rodea.

Además la cultura del salón de clases debe envolver las preguntas constantes de los estudiantes para que exploren los conceptos antes de su discusión. Esto último le da la oportunidad a los estudiantes a tener sentido de análisis crítico de lo que están aprendiendo, reflexionando y por lo tanto se estaría creando un sentido de seguridad de lo que preguntan.

Por lo dicho anteriormente se realizó una investigación sobre ansiedad hacia las matemáticas con el fin de explorar estrategias de enseñanza cooperativa para conocer su efecto en la reducción de la ansiedad. Recientes investigaciones realizadas en el extranjero demuestran que las emociones negativas como la ansiedad, se pueden identificar para ser tratadas o extinguirlas (Bazán & Sotero, 1998; Valero, 1999; Cardoso, 2000; Urquillo, 2000; Verdugo, 2001; Bazán, Espinosa & Farro, 2002; Estrada, Batanero & Fortuna, 2003; Gil, Blanco & Guerrero, 2006; Bazán, & Aparicio, 2006; Dorinda & Muñoz, 2007). Sin embargo, no existe investigación suficiente sobre el problema en Puerto Rico.

Aunque Quiñónes (2001) de la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras, en su tesis doctoral titulada, *El Efecto de la Técnica STAD de Enseñanza Cooperativa en la Ansiedad Matemática y el Aprovechamiento en Álgebra de Estudiantes Universitarios*, sustenta que las estrategias de enseñanza cooperativa o aprendizaje cooperativo disminuyen la ansiedad hacia las matemáticas. Sus resultados fueron basados en la estadística que arrojó la prueba psicométrica Mathematics Anxiety Rating Scale (MARS) traducida al español por Fernández (1995) y el Students Teams Achievement Divisions (STAD) de enseñanza cooperativa, que demostró ser una herramienta efectiva para reducir la ansiedad hacia el álgebra y mejorar el aprovechamiento académico en su estudio.

Cabe señalar que, Bauermeister (1989) fue uno de los pioneros en la isla de investigar la ansiedad hacia las asignaturas. Esta investigación tuvo el propósito de examinar las manifestaciones de la ansiedad ante exámenes e identificar las asignaturas y el tipo de examen que constituyen fuentes de estrés para estudiantes puertorriqueños de escuelas superiores. La herramienta que se utilizó para dicho estudio descriptivo fue el Inventario de Autoevaluación sobre Exámenes (IDASE) que él mismo creó. Los resultados del estudio fueron alarmantes, “los exámenes que más provocan nerviosismo y confusión son los de ciencias y matemáticas junto a aquellos que son ensayos u orales” (Reyes, 2003). De los estudios antes mencionados, surgió mi interés para realizar esta investigación.

Verdugo (2001) en su investigación afirmó, lo importante que es que los adolescentes gusten de las matemáticas, o al menos no las repudien, ya que la mayoría de los estudiantes relacionan la actitud del maestro con la materia, o sea, como se comporte o dirija la clase el maestro es la aceptación o rechazo que tengan a la materia”. Por tanto, se utilizó en la estrategia de enseñanza cooperativa el uso del buen humor por parte del maestro y un cambio de actitud a cómo enseñar la materia. Es importante aclarar que, el humor/actitud del maestro se refiere más bien a la creación de un ambiente de trabajo propicio para la participación activa de los alumnos en la materia. Por tanto, la ansiedad presente en las situaciones de aprendizaje, pueden generar una actitud desfavorable que puede resultar en un impedimento para aprender (Cardoso 2000). Verdugo 2001, añade que la actitud del maestro debe propiciar un ambiente de trabajo que motive a los alumnos a la participación activa en clase.

La experiencia que he tenido en mi carrera estudiantil ha sido que los estudiantes siempre manifiestan algún sentimiento o emoción negativa hacia la matemática. Estos se expresan mayormente en momento de evaluación como pruebas o exámenes. Muchos de mis compañeros podían conocer el material y explicarlo, pero sin embargo reprobaban la materia. Esto siempre fue de interés para mí e investigaciones como las de Cardoso 2000 y Verdugo 2001 me han motivado a estudiar el tema.

El término ansiedad en general abarca muchos aspectos que afectan al individuo y que envuelven el contexto donde ésta se manifiesta. Más sin embargo, los aspectos que se tomaron en cuenta para la realización de ésta investigación fueron: la ansiedad hacia las matemáticas con respecto a un curso de esta materia y la ansiedad ante exámenes. Por tanto, se utilizó la distinción que establece Reyes Tejada (2003) entre el concepto de ansiedad y la

ansiedad ante exámenes. Reyes (2003) define la ansiedad ante exámenes como la reacción emocional que experimenta el sujeto ante la cercanía de un examen o, bien, durante el mismo. A parte de los síntomas (característicos de una respuesta ansiosa ante un estímulo amenazador como puede ser cualquier situación evaluativa) el sujeto experimenta mientras rinde la prueba, una distracción de su atención hacia pensamientos negativos recurrentes, que impiden de alguna manera, una buena concentración o que sigan debidamente las instrucciones, malinterpretando las respuestas o problemas que plantea el examen. Siguiendo esta línea, Richardson y Woolfolk (1980) en Gil, Blanco y Guerrero (2006) definen la ansiedad hacia las matemáticas como aquellos sentimientos de tensión, decaimiento, indefensión y desorganización mental que un alumno sufre cuando se le propone la resolución de tareas o problemas de matemáticas.

Según Gómez-Chacón (2000) en Gil et al (2006), la abundancia de fracasos en el aprendizaje de las matemáticas, en diversas edades y niveles educativos, pueden ser explicadas, en gran parte, por la aparición de actitudes y experiencias negativas debido a factores como personas y ambientes. También nos dice, que detectar estas actitudes y experiencias negativas son el primer paso para contrarrestar su influencia negativa con la efectividad en el aprendizaje de las matemáticas. Lo dicho anteriormente sobre actitudes y experiencias negativas se sostiene también en Guerrero, Blanco y Vicente en Gil, et al (2006), donde su investigación obtuvo como resultado que cuando una persona está ansiosa, interpreta los sucesos como amenazantes y peligrosos, esto produce un círculo de retroalimentación negativa. Por tanto, hay que considerar que los altos índices de fracaso escolar en el área de matemáticas exigen el estudio de los factores afectivos y emocionales del aprendizaje.

Asimismo, como se expone previamente introducción, la ansiedad es uno de esos factores emocionales que impiden que los estudiantes establezcan conexión con las matemáticas, de manera tal que puedan ver a ésta como parte de su diario vivir; útil y necesaria (Euskal Eskola Publikoa Gaur Bihar, 2006). En relación a estos resultados de investigaciones previas, las ideas irracionales propuestas desde el punto de vista de la Teoría y Terapia Racional-Emotiva (TRE) del Dr. Albert Ellis (1985) según cita en Navas (1991), nos dice que los sentimientos y/o emociones que experimentamos no son causados por las situaciones o eventos que van con ellos y/o que les preceden. En palabras sencillas, los sentimientos/emociones no son causados por las circunstancias, o sea, es falso, que si vamos a tomar un examen podemos decir que esto nos causa ansiedad, o si no pasamos el examen/prueba podemos decir que esto nos causa depresión; aunque nuestro razonamiento pueda parecer verdadero. La explicación para la relación que existe entre eventos/experiencias y los sentimientos/emociones, según el Dr. Ellis (Navas 1987) es que la verdadera causa de los sentimientos no son los eventos sino las creencias (pensamientos y actitudes) que tenemos hacia los eventos. Él, como psicólogo, propuso un modelo que nos ayuda a entender el factor emocional que conocemos como ansiedad. Éste se conoce como el modelo A-B-C (implicados uno al otro en secuencia) de las emociones y conductas.

La forma más clara de entender el A-B-C es de la siguiente manera: A = son los eventos activadores y/o situaciones que preceden o acompañan a nuestros sentimientos/emociones (por ejemplo, Vamos a tomar un examen en fecha próxima), B = son las creencias

(pensamientos y actitudes) que tenemos acerca de la situación A (por ejemplo, “Que horrible si no apruebo el examen”; “Que vergüenza si no apruebo ese examen”; “Tengo que hacerlo bien”; “Si fracaso ese examen/prueba mis padres, esposo(a) y amigos(as) van a criticarme negativamente”), y C = son las consecuencias emocionales y conductuales producidas por B (por ejemplo, Sentir ansiedad; Sentir sensaciones físicas de ansiedad como: “mariposas en el estomago”, pecho agitado, piernas tensas, acortamiento de respiración, entre otras; sentirnos un poco deprimidos; deseos de evitar la situación de examen/prueba).

Por otro lado, existen otras explicaciones Conductistas-Cognitivas para la ansiedad como lo es la Teoría del Condicionamiento Clásico de Iván Pavlov, que propone un esquema explicativo clásico de la ansiedad (Navas, 1991). Este método en general, nos dice que cuando un evento o estímulo de valor neutral (que no nos induce a ninguna respuesta) se asocia con un estímulo que naturalmente nos lleva a producir una respuesta (este estímulo se llama incondicionado (EI) y la respuesta que produce se llama incondicionada (RI)). Por consiguiente, el estímulo neutral logra adquirir la capacidad de producir esa misma respuesta (entonces le llamamos estímulo condicionado (EC) y a la respuesta también le llamamos condicionada (RC)). Para el lector simpatizante de la matemática, esta teoría la podemos ver a través de la lógica de predicados donde las implicaciones se pueden notar en la traducción a lógica de enunciados de la siguiente manera: EI = actitudes y experiencias negativas, RI = ansiedad natural, EC = situaciones de examen más actitudes y experiencias negativas, y RC = ansiedad no natural asociada con EI por aprendizaje asociativo. Por lo tanto, $((EI \rightarrow RI) \wedge (EC \rightarrow RC))$. Según esta teoría lo que causa ansiedad ante exámenes son las actitudes y experiencias negativas, porque las situaciones de examen en sí mismas son neutras y no deben producir ni ansiedad ni temor (Navas, 1991).

Diseño metodológico

El propósito de ésta investigación cuasi-experimental fue evaluar la ansiedad de manera cuantitativa y cualitativa ante un curso de matemáticas. En esta investigación se seleccionó un grupo del curso de Álgebra Superior de grado 11 de escuela superior. Nos planteamos la siguiente pregunta, ¿La ansiedad hacia las matemáticas estará determinada por la actitud hacia las mismas? y sin duda alguna, ésta es la problemática de la investigación.

Las siguientes hipótesis son las que se pusieron a prueba: Hi1: La técnica *Team Assisted Individualization* (TAI) de enseñanza cooperativa reduce la ansiedad hacia la matemática.

Ho1: La técnica TAI de enseñanza cooperativa no reduce la ansiedad hacia la matemática.

Hi1: La técnica TAI de enseñanza cooperativa reduce la ansiedad hacia la matemática.

Ho2: El tipo de mentalidad o actitud hacia la matemática del estudiante, no afecta su habilidad matemática.

Hi2: El tipo de mentalidad o actitud hacia la matemática del estudiante, afecta su habilidad matemática.

Para poner a prueba la primera hipótesis se administró la Escala de Ansiedad Matemática de Dorinda y Muñoz (2007) y el Inventario de Ansiedad Rasgo-Estado (IDARE-RE) diseñado por C. D. Spielberger, y R. Guerrero (1975) antes y después de utilizar la estrategia TAI de enseñanza cooperativa. Cabe mencionar que la técnica TAI fue desarrollada por Slavin, Madden y Leavey (1984) y nunca antes se había utilizado en una investigación para conocer su efecto en la ansiedad matemática en nivel secundario. En dicha técnica, los estudiantes se agrupan en grupos heterogéneos a los cuales se les asigna una hoja de trabajo. Los estudiantes trabajan en forma individual, luego se reúnen en equipo, intercambian trabajos, se revisan el trabajo entre sí, luego toman una prueba corta de forma independiente. Al terminar un tema toman un examen. Por lo tanto, luego de administrar por primera vez la escala de ansiedad matemática, se clasificaron los estudiantes en grupos donde los mismos tenían estudiantes con ansiedad y sin ansiedad trabajando con aprendizaje cooperativo.

Con esta estrategia de enseñanza cooperativa se usaron las técnicas de repaso: Tirillas Cómicas y el juego *Jeopardy*. La primera técnica tuvo como propósito que los estudiantes hicieran en pareja un bosquejo de preguntas entre las caricaturas donde un personaje le aclara al otro personaje los conceptos de examen que no entiende o domina. La segunda técnica, se utilizó para competencias matemáticas entre estudiantes, donde estos escogían ejercicios por tópicos o destrezas de examen donde el primer grupo que realizara el ejercicio escogido correctamente, se ganaban los puntos que tenía de valor el ejercicio.

Además, se hicieron todas las tareas del curso por cuatro semanas utilizando aprendizaje cooperativo según los grupos establecidos. Durante el proceso enseñanza-aprendizaje los grupos trabajaron módulos investigativos previo a los temas que se iban a discutir. También los grupos trabajaron hojas de ejercicios diariamente y las mismas contaban como puntos de laboratorios en el proceso de evaluación. Concluimos la investigación con la técnica educativa Aeróbicos de funciones, la cual cumple con los parámetros de TAI. Antes de esta actividad se suministró una prueba diagnóstica sobre funciones. Los aeróbicos como técnica educativa consisten de la discusión de al menos 10 clases sobre tipos de funciones de manera exploratoria y conceptual. Luego, por medio de proyecciones de las funciones, los estudiantes hacen con su cuerpo la gráfica de esas funciones. Se cierra la actividad con una prueba que los estudiantes toman primero individualmente y luego corroboran sus respuestas en pareja.

La segunda hipótesis se planificó analizar con el Cuestionario de Actitud hacia la Matemática extraído y modificado de *Mindset*, de Dra. Carol Dweck. Con éste, se observaría si la manifestación de una mentalidad u otra, bloqueaba el aprendizaje del estudiante impidiéndole aumentar su habilidad y dominio de la matemática. A espera de la estrategia “Cerebrología” de la Dra. Dweck, aún no fue posible realizar una intervención pedagógica efectiva. Por consiguiente, esta hipótesis se someterá a prueba en futuras investigaciones con otras poblaciones estudiantiles.

Participantes

Este estudio se llevó a cabo con estudiantes de Escuela Superior Eugenio María de Hostos de Mayagüez, entre las edades de 16 a 18 años que estaban cursando su segundo semestre de undécimo grado. Un total de 22 jóvenes, 10 varones y 12 féminas. Los promedios en la asignatura de matemática del semestre anterior eran: 10 estudiantes con A, 2 estudiantes con B, 5 estudiantes con C, 3 estudiantes con D y 2 con F. Cuatro de los estudiantes pertenecientes a este grupo, son graduandos en mayo 2008, otros cuatro son estudiantes de educación especial.

Instrumentos de recopilación de datos

Los instrumentos que se utilizaron para la recopilación de datos fueron: la Escala Ansiedad hacia las Matemáticas desarrollado y validada en Portugal por Dorinda & Muñoz en el 2007, el Inventario de Ansiedad Rasgo y Estado (IDARE) diseñado por el Dr. Charles D. Spielberger en 1975 (Spielberger, Guerrero, & Strelau, 1990). Escala de Ansiedad hacia las Matemáticas (Dorinda y Muñoz, 2007), y el Cuestionario de Actitudes hacia la Matemática (MINDSET) desarrollado por Carol Dweck en el 2006 (Revisado y Modificado por el Dr. Keith Wayland, 2007). Se utilizó el programa Minitab versión 15.0 para análisis de los datos. Dichos instrumentos, que se utilizaron para probar las hipótesis anteriormente expuestas, se describen como siguen:

1. Escala ansiedad hacia las matemáticas desarrollado y validada en Portugal por Dorinda & Muñoz en el 2007. Esta escala de ansiedad está formada por 34 ítems repartidos en 5 factores. Los factores son: "ansiedad ante la evaluación de matemáticas" que comprende 13 ítems, el factor de "ansiedad ante la eventualidad" formado por 8 ítems, el factor de "ansiedad ante la comprensión de problemas" 6 ítems, el factor de "ansiedad frente a los números y operaciones matemáticas" comprende 3 ítems y el factor de "ansiedad ante situaciones matemáticas de la vida real" comprende 4 ítems.

El primero de los factores "ansiedad ante la evaluación" se refiere al sentimiento de ansiedad que el alumno manifiesta al ser evaluado (ansiedad ante los exámenes). Se interpreta como el sentimiento de tensión y miedo tanto ante los exámenes de matemáticas como al tener que hacer matemáticas en público. Este factor engloba los ítems 1, 2, 8, 10, 11, 14, 15, 18, 20, 22, 23, 29 y 34 del cuestionario. El segundo de los factores "ansiedad ante la eventualidad" hace referencia a la ansiedad que sienten los alumnos ante el tiempo que le queda para hacer un examen o para llevar los ejercicios hechos para clase. Este factor engloba a los ítems 4, 6, 7, 12, 27, 28, 30 y 33. El tercero que se refiere al temor que el alumno siente ante la comprensión de los problemas de las matemáticas se recoge en el factor "ansiedad ante la comprensión de problemas matemáticos" y engloba los ítems 5, 17, 19, 26, 31 y 32 del instrumento. El cuarto factor "ansiedad frente a los números y las operaciones matemáticas" se refiere al sentimiento de ansiedad y temor que el alumno manifiesta al hacer ejercicios, operaciones y, en general, al trabajar con números. Engloba los ítems 3, 13 y 16. El quinto y último factor "ansiedad ante situaciones matemáticas de la vida real" hace referencia a la ansiedad que siente el alumno al tener que enfrentarse a las matemáticas de la vida real y,

engloba los ítems 9, 21, 24 y 25. La versión original consta de 24 reactivos. Sin embargo, añadimos de la escala MARS (*Mathematics Anxiety Rating Scale* – MARS) desarrollado por Richardson & Suinn en el 1972 en su versión en español traducida por Fernández en el 1995. De acuerdo a los cinco factores de la escala de Dorinda y Muñoz se clasificaron estos 10 reactivos añadidos.

Luego de una extensa búsqueda de instrumentos psicométricos que miden la ansiedad matemática nos encontramos con varias dificultades tales como: vocabulario muy elevado para la población estudiantil de nivel superior, estructura prolongada en reactivos, falta de adaptación y validación en Puerto Rico, y pocas traducciones al español. Sin embargo, durante ese proceso de búsqueda encontramos con la escala trabajada y producida en Portugal por Dorinda y Muñoz. Esta escala aún no había sido publicada a pesar de que aparecía en el Internet próxima a salir en una investigación realizada por sus autores. Entonces nos dimos la tarea de contactar a los autores para obtener la escala. La Dra. María Dorinda Matos de la Universidad de Coruña, nos facilitó la escala vía correo electrónico y nos autorizó a usarla. Ella como autora de la misma nos hizo llegar su investigación e hizo recomendaciones para ésta. El Dr. Wayland, la Dra. Carmen Bellido y este servidor se dieron a la tarea de adaptarla para los propósitos de esta investigación.

2. El Inventario de Ansiedad Rasgo-Estado (IDARE-RE) tiene dos etapas: pre-experimental y la post-experimental, y fue diseñada por Charles D. Spielberger, y R. Guerrero, en 1975. Se evidenció su validez y confiabilidad 1976. La prueba consta de afirmaciones que deben ser respondidas según la percepción de un determinado lapso. Aunque recuerden algunas de las afirmaciones su respuesta está sujeta a un tiempo específico e independiente (Evaluación de la Ansiedad 25 estado). Su análisis es descriptivo, porque la revisión literaria indica que antes de suministrar la misma los participantes deben tomar terapia de desensibilización al objeto examen. Ésta prueba es la versión en español del STAI (State Trait-Anxiety Inventory) y está constituido por dos escalas separadas de autoevaluación que se utilizan para medir dos dimensiones distintas de la ansiedad. Los primeros 5 reactivos miden la llamada Ansiedad-Rasgo (ARasgo), y los restantes 5 miden la llamada Ansiedad-Estado (A-Estado). Aún cuando se construyó la misma para investigar fenómenos de ansiedad en sujetos adultos normales, es decir, sin síntomas psiquiátricos, se ha demostrado que es también útil en la medición de la ansiedad en estudiantes de secundaria y de bachillerato, tanto como con pacientes neuro-siquiátricos, médicos y quirúrgicos. (Spielberger y Guerrero, 1975).

Los reactivos A-Rasgo, consisten de 5 afirmaciones en las que se pide a los sujetos describir como se sienten generalmente. Los reactivos A-Estado también consisten de 5 afirmaciones, pero requieren que los sujetos indiquen como se sienten en un momento dado. Los reactivos A-Rasgo pueden ser utilizados para determinar los sujetos que varíen en su disposición a responder a la tensión psicológica con niveles de ansiedad distintos a los de A-Estado.

Los reactivos A-Estado sirve para establecer los niveles de intensidad A-Estado inducidos por la matemática o las situaciones en las que se encuentra. Las puntuaciones para ambas etapas pueden variar de 10 a 30 en progresión con el nivel de ansiedad. Los sujetos contestan a cada

uno de las afirmaciones ubicándose en cuatro dimensiones que van del 0 al 3, donde 0 = nada, 1 = poco, 2 = bastante, y 3 = mucho.

3. La Escala Actitud hacia la matemática del Dr. Wayland desarrollada en el 2007. La misma consta de 9 reactivos en su versión original y de 7 reactivos en su versión adaptada. La escala fue diseñada y traducida al español del cuestionario *Mindset* de Carol Dweck (2006).

La escala en su versión original en inglés consta de 34 reactivos para análisis cuantitativo y ha sido validada por Dweck en sus investigaciones de más de 20 años de su carrera como psicóloga. De allí surge su famosa Teoría de la Mentalidad. El objetivo de la escala original es medir el tipo de mentalidad fija o de crecimiento del individuo en relación a su actitud hacia la matemática. La traducción y adaptación para éste estudio tiene como objetivo medir el tipo de mentalidad del estudiante en cuanto a su actitud hacia la matemática y documentarla para próximas investigaciones.

Esta versión consta de 6 reactivos de tipo cuantitativo y 1 reactivo de tipo cualitativo. Para este último reactivo o pregunta abierta, se construyó una escala con los siguientes valores para analizar las contestaciones de los estudiantes: 0 = NUNCA, 1= ESFUERZO MINIMO, 2 = VALIDACION EXTERNA y 3 = RETO VENCIDO. Para la clasificación de NUNCA se tomaron en cuenta contestaciones tales como: “no me siento inteligente”. Para la clasificación de ESFUERZO MINIMO se tomaron en cuenta contestaciones tales como: “me sale fácil”, “puedo hacer la tarea más rápido que los otros”, “puedo retener lo que se discutió”, “sé que hacer”, “puedo hacer sin ayuda”, “entiendo cómo hacerlo”. Para la clasificación de VALIDACION EXTERNA se tomó en cuenta: “tengo buenas notas”, “me sale bien”, “el maestro me dice que estoy haciéndolo bien”, “me dan reconocimiento”. Para RETO VENCIDO se tomó en cuenta: “completo los ejercicios que nadie puede hacer”, “puedo resolver un problema difícil sin ayuda”, “gano premios en competencias”, “puedo discutir cómo hacer un problema con el maestro”, “puedo ayudar los demás”

Procedimiento

Luego de seleccionar los instrumentos, el siguiente paso fue someter cartas solicitando autorización para poder realizar la investigación a las siguientes personas: Sra. Gracia M. Ruíz de Talavera, Superintendente Escolar de la Región de Mayagüez; Sr. Santos Figueroa, Director Escolar de la Escuela Superior Eugenio María de Hostos de Mayagüez; y al Sr. Gregorio Ruiz, Maestro Cooperador de dicha escuela. En estas cartas se adjunto la propuesta para realizar esta investigación con los detalles de su realización. Se escribieron consentimientos y asentimientos para los padres y participantes respectivamente de este estudio, con el propósito de informarles los objetivos del mismo, y se comenzaron las fases de la investigación.

Las fases de la investigación se resumen de la siguiente forma: Se orientó al estudiantado. Se llevó a cabo la recopilación de los consentimientos y asentimientos que son importantes para dar comienzo a la investigación. (3) Se administró la prueba diagnóstica o de impacto para

ver el nivel de aprovechamiento académico en que se encontraban los estudiantes. Luego se impartió la prueba psicométrica *Mindset* para identificar la actitud hacia la matemática de los estudiantes en cuanto al tipo de mentalidad que poseen. También se administró la prueba psicométrica de ansiedad, para recopilar información referente a la ansiedad hacia las matemáticas en los estudiantes, con el propósito de reagrupar los mismos y trabajar la estrategia de enseñanza cooperativa TAI. Por último, se utilizó el programa *Minitab* 15.0 versión en español para someter los datos de las escalas a análisis estadísticos de pruebas pareadas.

Se tomaron la siguiente consideración ética: los cuestionarios fueron respondidos en presunto anonimato. Se utilizó el número de registro para garantizarles la confianza de contestar abiertamente, y el maestro era el único en saber quién contestaba positivo o negativo a ansiedad y actitud matemática durante el proceso de recopilación de datos.

Resultados y discusión de los hallazgos

Escala Ansiedad hacia las Matemáticas (Dorinda & Muñoz, 2007)

El análisis estadístico global para esta escala de acuerdo a los resultados obtenidos determinaron un coeficiente de variación de 57.59 para el por ciento de repuesta a las preguntas en la etapa pre-experimental. Así mismo el coeficiente de variación para la etapa post-experimental fue de 77.24. Estos resultados indican que los estudiantes representaron un grupo heterogéneo con respecto a la ansiedad y existe mucha variabilidad en el nivel de ansiedad posicionándola en uno alto. Esto lo sabemos porque los valores del coeficiente de variación son mayores del 30%. (Ver datos por pregunta en Figura 1).

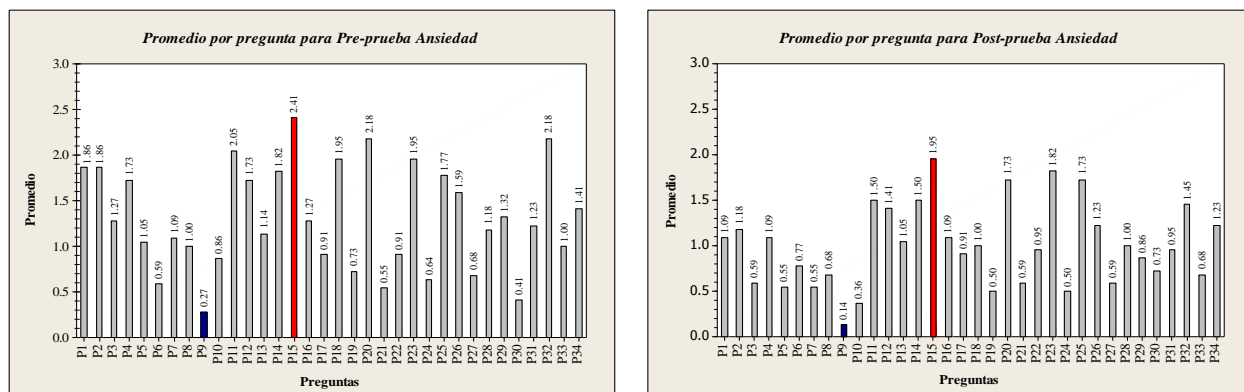


Figura 1. Resultados pre-prueba y pos-prueba por pregunta para la escala ansiedad hacia las Matemáticas

La Tabla 1 presenta los resultados agregados para ambas administraciones de la escala. Luego de realizada una prueba *t* para estas dos medidas se obtuvo un valor *t* de 1.27 y valor *p* de 0.217. Por tanto, la prueba determinó que no existe diferencia significativa entre ambas medidas. Es decir, no hay cambio en los resultados con respecto a la ansiedad experimentada por los estudiantes pre y post intervención pedagógica.

Tabla 1. Resultados para respuestas pre y pos agregadas para la Escala Ansiedad hacia las Matemáticas

	N	Media	Desv. est.	Estándar
Porcentaje Respuestas PRE	22	32.79	18.88	4.03
Porcentaje Respuestas POS	22	24.97	19.28	4.11
Diferencia	22	7.82	28.83	6.15

Sin embargo, en la distribución de individuos por respuesta y los promedios de respuesta a las preguntas se puede observar en las gráficas un cambio del antes y después de la intervención pedagógica. Ante este hecho curioso, se revisó la escala para hacer el mismo análisis estadístico para cada uno de los cinco factores que comprenden esta escala, en los que se clasifican los reactivos que miden la ansiedad. Entonces, pudimos concluir que tampoco hubo cambio significativo en ninguno de los cinco factores (datos no presentados).

Inventario de Ansiedad Rasgo-Estado (IDARE-RE)

Se registró un coeficiente variación de 30.32 para la pre-prueba de los reactivos que miden la *ansiedad rasgo*. Como este valor es mayor del 30%, concluimos que la muestra era heterogénea con respecto a la ansiedad. Por otro lado, la post-prueba de los reactivos que miden ansiedad rasgo determinó un coeficiente de variación de 22.92. Por tanto, concluimos que la muestra manifestó un cambio en nivel o intensidad de ansiedad ante la situación de examen, y después de éste la muestra se mostró homogénea (menor de 30%) con respecto a la ansiedad (Ver resultados por pregunta en Figura 2).

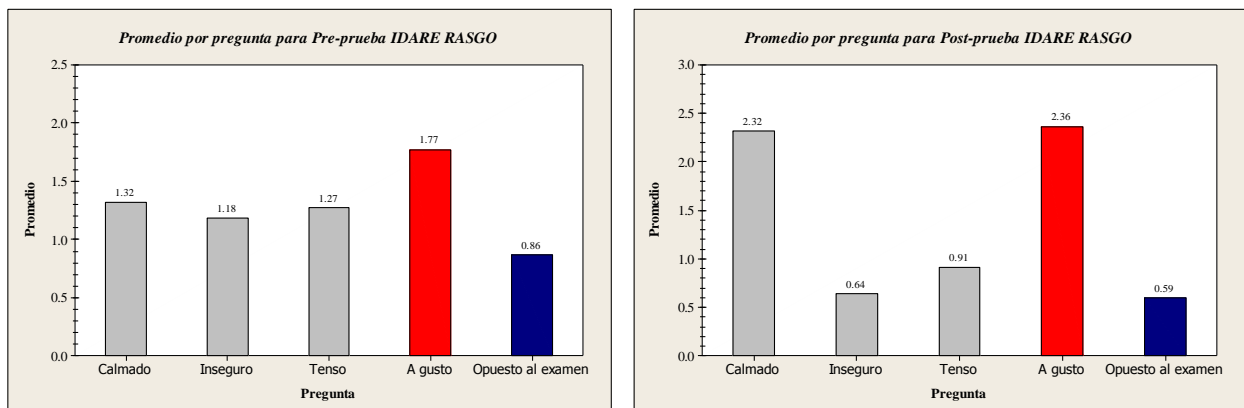


Figura 2. Resultados de pre-prueba y pos-prueba por pregunta para ansiedad rasgo de IDARE

La Tabla 2 muestra los resultados agregados para las dos administraciones. La prueba *t* con un valor de 0.98 y un valor *p* 0.341, refleja que no hubo cambio significativo en el nivel de ansiedad rasgo entre la pre y la pos-prueba. Es decir, a nivel inferencial la población no tiene diferencias significativas en cuanto a la ansiedad ante examen, antes y después del mismo.

Tabla 2. Resultados para respuestas pre y pos agregadas para Ansiedad Rasgo de IDARE

	N	Media	Desv. est.	Estándar
Porciento POST FACTOR 5	22	45.45	10.42	2.22
Porciento PRE FACTOR 5	22	42.73	12.96	2.76
Diferencia	22	2.73	13.12	2.80

Para los reactivos que miden la *ansiedad estado* en su etapa pre-experimental el coeficiente de variación fue de 20.97 y en su etapa post-experimental fue de 23.50, por lo que el comportamiento de la muestra en cuanto a la variación fue homogéneo con respecto a la ansiedad antes y después de la situación de examen (Ver resultados por pregunta en Figura 3).

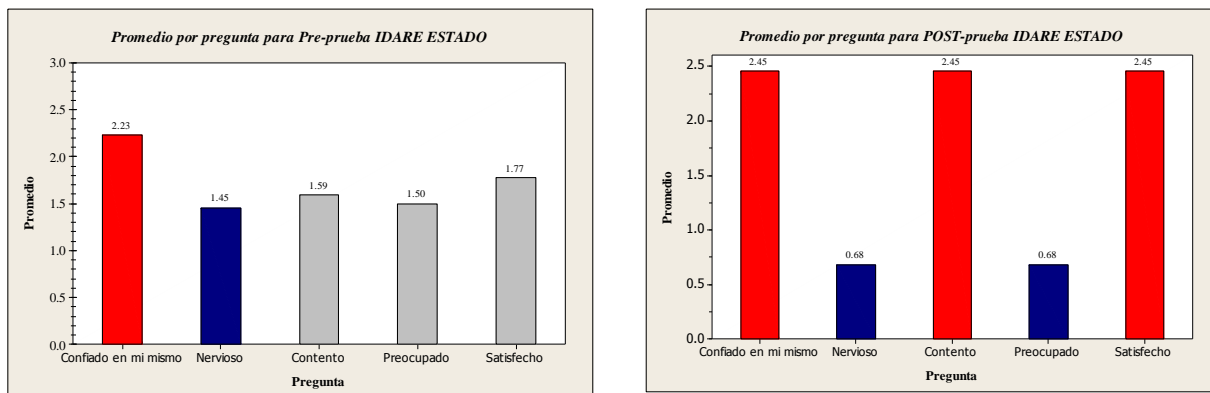


Figura 3. Resultados de pre-prueba y pos-prueba por pregunta para ansiedad estado de IDARE

Cuando se le realizó prueba *t* a estas medidas el valor de *t* fue 0.50 y el valor de *p* fue 0.623, por lo tanto no se reportaron cambios significativos con respecto al nivel de ansiedad estado en la muestra. A pesar de que este cuestionario no tenía un objetivo cuasi-experimental, se le realizó las pruebas *t* porque queríamos ver si los estudiantes manifestaban algún cambio en el nivel de ansiedad luego de haber tomado el examen.

	N	Media	Desv. est.	Estándar
Porciento POST IDARE EST	22	58.18	13.68	2.92
Porciento PRE IDARE EST	22	56.97	11.95	2.55
Diferencia	22	1.21	11.39	2.43

Escala Actitud hacia la Matemática (Wayland, 2007)

Esta escala, diseñada y traducida al español del cuestionario *Mindset* de Carol Dweck (2006), registró un coeficiente de variación de 29.14, por lo tanto la muestra es homogénea con respecto a la actitud hacia las matemáticas (Ver resultados por pregunta en Figura 4). Registró también una media de 53.74 y una desviación estándar de 15.66. Reflejando de esta forma una tendencia hacia mentalidad de crecimiento para el 53.74 promedio de la muestra.

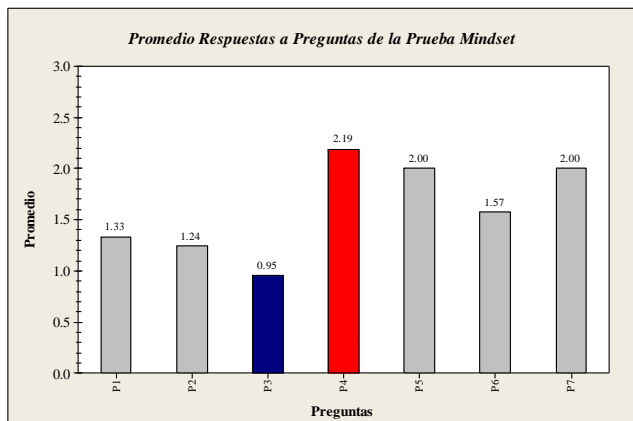


Figura 4. Resultados por pregunta para Prueba MindSet

Conclusión

Se acepta la hipótesis nula ya que no se obtuvo evidencia de que la técnica TAI de enseñanza cooperativa reduce significativamente la ansiedad hacia la matemática, aun cuando se reportaron pequeñas diferencias en términos de estadísticas descriptivas para antes y después de la intervención pedagógica (técnica de enseñanza cooperativa, TAI). Existen variables exógenas que pudieran explicar el que empíricamente no se haya podido demostrar diferencias significativas en el estudio. Cabe destacar, que la muestra era pequeña y la investigación fue de corta duración. Además, para mejores resultados en términos pedagógicos, es necesario intervención psicopedagógica, con tratamiento individualizado de desensibilización.

Cualitativamente hablando, se puso observar que, aquellos estudiantes que resultaron con mentalidad de crecimiento, se mantuvieron en constante participación durante las intervenciones pedagógicas. A su vez, de manera cuantitativa resultaron ser estos estudiantes los que mejor puntuaciones obtuvieron a través del tiempo que duró la investigación (la distribución de notas fue la siguiente: 15 A, 4 B, 2 D y 1 F). Entiéndase que aquellos estudiantes que mostraron una mentalidad fija, se mantuvieron en actitudes de poco interés para comprender los conceptos, sin importar las diversas maneras de enseñanza. Cabe mencionar, que en comparación con sus calificaciones durante el semestre escolar anterior, hubo un aumento gradual en sus notas.

Referencias

- Álvarez, J. (2006). *Los Hallazgos de las Neurociencias y su Aplicabilidad a la Sala de Clases: Teoría y Práctica*. Ediciones Santillana.
- Anderson, A. K. & Phelps, E. A. (2002). Is the Human Amygdala Critical for Subjective Experience of Emotion? Evidence of Intact Dispositional Affect in Patients with Amygdala Lesions. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14(5): 709-720.

- Bauermeister, J. (1989). Estrés de Evaluación y Reacciones de Ansiedad ante la Situación de Examen. *Avances en Psicología Clínica Latinoamericana*, 7, 69-88.
- Bazán, J. y Aparicio, A. (2006). Las Actitudes Frente a la Matemática dentro de un Modelo de Aprendizaje [versión electrónica]. *Revista Semestral del Departamento de Educación*, 15(28), 7-20. Recuperado el 23 de octubre de 2007, de http://pergamo.pucp.edu.pe/educacion/files/educacion/actitudes_hacia_matematica.pdf.
- Bazán, J., Espinosa G. y Farro Ch. (2002a) Rendimiento y Actitudes Hacia la Matemática en el Sistema Escolar Peruano. [versión electrónica] *Ministerio de Educación.*, 13, 55-70. Recuperado el 23 de octubre de 2007, de <http://www.ime.usp.br/~jbazan/download/13c.pdf>.
- Bazán, J. y Sotero, H. (1998) Una aplicación al estudio de actitudes hacia la matemática en la Unalm. [versión electrónica] *Anales Científicos UNALM*. 36, 60-72. Recuperado el 23 de octubre de 2007, de http://www.ime.usp.br/~jbazan/download/1998_62.pdf.
- Cardoso, M. (2000). Researching the Attitudes towards Mathematics in Basic Education. Brasil. *Educational Psychology*. Pc 6
- Donovan, M. S. & Bransford, J. D. (2005). *How Students Learn: History, Mathematics and Science in the Classroom*. National Research Council. Washington, D.C.: The National Academic Press.
- Donovan, M.S. & Bransford, J.D. (2005). *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School*. National Research Council. Washington, D.C.: The National Academic Press.
- Dorinda, M. & Muñoz, J. (2007). Elaboración y Estructura Factorial de un Cuestionario para Medir la "Ansiedad Hacia las Matemáticas" en alumnos de Educación Secundaria Obligatoria. *Revista Gallego-Portuguesa de Psicología y Educación: Revista de Estudios e Investigación en Psicología y Educación*, 14, 221-234.
- Dweck, C. (2006). *Mindset: The New Psychology of Success* (1st ed.) New York: Random House.
- Ellis, A.K. & Fouts, J.T. (1993). *Cooperative Learning. Research on Educational Innovations*. USA: The Library of Innovation. Eye on Education.
- Euskal Eskola Publikoa Gaur Bihar. (2006). *Curriculuma*. País Vasco: Autor
- Estrada, A., Batanero, C. y Fortuna, M. (2004). Componentes de las Actitudes Hacia la Estadística en Profesores en Formación. [versión electrónica]. *Enseñanza de las Ciencias*, 2, 263 - 274. Recuperado el 23 de octubre de 2007, de
- Fernández, L.M. (1995). Escala de Ansiedad Hacia las Matemáticas MARS. Estudio de Validez, versión al español. Artículo no publicado.

- Gil, N., Blanco, L., y Guerrero, E. (2006). El Papel de la Efectividad en la Resolución de Problemas Matemáticos [versión electrónica]. *Revista de Educación*, 340, 551-569. Recuperado el 21 de octubre de 2007, de http://www.revistaeducacion.mec.es/re340/re340_20.pdf.
- Goleman, D. (1995). *Emotional Intelligence*. New York: Bantam Books.
- Gómez-Chacón, I.M. (2000). *Matemática Emocional. Los Afectos en el Aprendizaje Matemático*. Narcea, Madrid.
- Hopko, D., McNeil, D., Legues C., Ashcraft, M., Eifert, G. y Riel, J. (2003). The Effects of Anxious Responding on Mental Arithmetic and Lexical Decision Task Performance. [Electronic version]. *Journal of Anxiety Disorders*, 17, 647-665. Recuperado el 11 de septiembre de 2007, de <http://www.sciencedirect.com/>.
- Ledoux, J. E. (1994). Emotion, Memory and the Brain. *Scientific American*, 270(6), 50-59.
- Lefrancois, G. (2001). *El Ciclo de la Vida* (6th ed.). Thomson Learning.
- Matías Loewy. (2007). Cuestión de Actitud. *Revista Noticias*, 1572. Recuperado el 21 de octubre de 2007 de <http://www.revistanoticias.com.ar/comun/nota.php?art=175&ed=1572>.
- Navas, J. (1991). *Como Controlar su Ansiedad en Situaciones de Evaluación o Examen*. San Juan: Centro Caribeño de Estudios Postgraduados.
- Pérez, L. (2007, 21 de noviembre). Escuelas Mejoran en PPAA pero 749 aún Tienen el Índice Bajo. *Primera Hora*. Recuperado el 25 de noviembre de 2007 de <http://archivo.primerahora.com/abstract.asp?guid=30871064-35fe-4031-ada6-2223ac6b995c&year=2007>.
- Phelps, E.A. & LeDoux, J.E. (2005). Contributions of the Amygdala to Emotion Processing: From Animal Models to Human Behavior. *Neuron*, 48(2), 175-187.
- Quiñonez, E (2001). *El Efecto de la Técnica STAD de Enseñanza Cooperativa en la Ansiedad Matemática y el Aprovechamiento en Algebra de Estudiantes Universitarios*. Disertación doctoral, Universidad de Puerto Rico, Río Piedras.
- Reyes Tejada, Y. (2003). *Relación entre el Rendimiento Académico, la Ansiedad ante los Exámenes, los Rasgos de Personalidad, el Autoconcepto, la Asertividad en Estudiantes del Primer Año de Psicología de UNMSM*. Disertación doctoral, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.
- Rodríguez, S. (2007). ¿Qué son las Pruebas Puertorriqueñas de Aprovechamiento Académico? [Msg 116]. Recuperado el 21 de noviembre de 2007 de <http://foro.univision.com/univision/board/message?board.id=noticiaspuertorico&message.id=77520>.

- Slavin, R. E., Madden, N. A., and Leavey, M. (1984). Effects of Team Assisted Individualization on the Mathematics Achievement of Academically Handicapped and Non-Handicapped Students. *Journal of Educational Psychology* 76, 813-819.
- Sousa, D. (2008). *How the Brain Learns Mathematics*. California, USA: Corwin Press.
- Schell, C. (2007, septiembre 7). Resta Ansiedad y Suma Interés. *El Nuevo Día*, p. 12-13.
- Schell C. (2007, septiembre 7). Multiplicando el Problema. *El Nuevo Día*, p. 14-15.
- Spielberger, C., Guerrero, R. & Strelau, J. (1990). Cross-Cultural Anxiety: The series in Clinical and Community Psychology. *Hemisphere Publishing*, 4, 133-145.
- Urquijo, S. (1996). *Características Psicológicas y Sociales Asociadas al Desempeño Académico*. España: CONICET.
- Valero, L. (1999). Evaluación de Ansiedad Ante Exámenes: Datos de Aplicación y Confiabilidad de un Cuestionario CAEX. España: *Anales de psicología*, 15(2), 223-231.
- Verdugo, W. (2002). Relación entre el Uso del Humor en el Aula y la Actitud Hacia las Matemáticas [versión electrónica]. *Memorias de la XII Semana Regional de Investigación y Docencia en Matemáticas*. Recuperado el 23 de octubre de 2007 de <http://www.semana.mat.uson.mx/Memorias%20XIII/Verdugo%20Rojas.pdf>.
- Woolfolk, A. (1990). *Psicología Educativa*. México: Prentice-Hall.

Bibliografía

- Aron, A. & Aron Elaine N. (2003). *Statistics for Psychology* (3rd ed.) Pearson Education.
- Bauermeister, J., Huerco, M., García, C. & Otero, R. (1988). El Inventario de Autoevaluación sobre Exámenes IDASE y su Aplicabilidad a Estudiantes de Escuela Secundaria. *Hispanic Journal of Behavioral Sciences*, 10(1), 21-37.
- Bolívar, A. (1995). *La Evaluación de Valores y Actitudes*. Madrid: Anaya.
- Castillo, M. (1995). *Sesgo Inferencial en Función de la Ansiedad: el Curso Temporal de los Procesos*. Disertación doctoral, Universidad de la Laguna, España.
- Castro de Bustamante, J. (2002). *Análisis de los Componentes Actitudinales de los Docentes Hacia la Enseñanza de la Matemática*. [versión electrónica]. Disertación de tesis publicada, Universitat Rovira I Virgili, Cataluña. Recuperada el 9 de noviembre de 2007 de <http://www.tesisenxarxa.net/TDX-0209104-085732/>.
- Cates, G. & Rhymer, K. (2003). Examining the Relationship between Mathematics Anxiety and Mathematics Performance: an Instructional Hierarchy Perspective. *Journal of Behavioral Education*, 12(1), 23-34.

- Cross, P. (1996). *Classroom Research: Implementing the Scholarship of Teaching*. USA: Jossey Bass.
- Departamento de Educación. (2004). Carta Circular Número 8. San Juan, P.R.: DEPR.
- Green, S.B. & Green, N.J. (2005). *Using SPSS for Windows and Macintosh Analyzing and Understanding Data* (4th ed.). Pearson Education.
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2003). *Metodología de la Investigación* (3rd ed.). McGraw-Hill.
- Hernández, F. y Sancho, J. (1994). *Para Enseñar no Basta con Saber la Asignatura*. Barcelona: Paidós.
- Hidalgo, S., Maroto, A. y Palacios, A. (2005). El Perfil Emocional Matemático como Predictor del Rechazo Escolar: Relación con las Destrezas y los Conocimientos desde una Perspectiva Evolutiva. *Educación Matemática*, 17(002), 89-116.
- Instituto Nacional para el Desarrollo Curricular. (2003). Marco Curricular del Programa de Matemáticas. San Juan, P.R.: DEPR.
- Instituto Nacional para el Desarrollo Curricular. (2003). *Proyecto de Renovación Curricular Fundamentos Teóricos y Metodológicos*. San Juan, P.R.: DEPR.
- Laukkanen, E., Pölkki, P., Oranen, L., Viinamäki, H. & Lehtonen, J. (2002). Factores que Predicen el Rechazo Escolar a Largo Plazo. *Eur. J. Psychiat.*, 16(1), 47-56
- Morales, F. (1999). *Psicología Social*. Madrid: McGraw-Hill.
- Morales, P. (2000). *Medición de Actitudes y Educación: Construcción de Escalas y Problemas Metodológicos*. Madrid: Universidad Pontificia Comillas de Madrid.
- Morris, C. & Maisto, A. (2001). *Psicología* (10ma ed). México: Pearson Education.
- Papalia, D., Wendkos, S. & Duskin, R. (2001). *Psicología del Desarrollo* (8ª. Ed.). McGraw-Hill.
- Perry, A. (2004). Decreasing Math Anxiety in College Students. *College Student Journal*, 38(2), 321-323.
- Rojas, B., Moreno, R. y Naranjo, M. (2006). La Teoría de Bernard Weiner y el Rendimiento Académico en el Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos N° 1 "Gonzalo Vázquez Vela" Recuperado el 21 de octubre de 2007 de http://www.congresoretosyexpectativas.udg.mx/Congreso%206/Eje%202/Ponencia_2_7.pdf.

- Sagor, Richard (1992). *How to Conduct Collaborative Action Research* (1st ed.) USA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Sagor, R. (2005). *The Action Research Guidebook: A Four Step Process for Educators and School Teams*. USA: Corwin Press.
- Szetela, W. (1973). The Effects of Test Anxiety and Success/Failure on Mathematics Performance in Grade Eight [electronic version]. *Journal for Research in Mathematics Education*, 4, 152-160. Recuperado el 11 de septiembre de 2007 de <http://links.jstor.org/sici?sici=0021-8251%28197305%294%3A3%3C152%3ATEOTAA%3E2.0.CO%3B2-A>.
- Tejada, J. y Sosa, F. (1997). *Las Actitudes en el Perfil del Formador de Formación Profesional y Ocupacional*. Ponencia presentada en el Segundo Congreso CIFO. Universidad Autónoma de Barcelona, España.

COMUNIDAD DE INVESTIGACIÓN-ACCIÓN MULTIDISCIPLINARIA PARA EL APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS

Canny Bellido
Keith Waylann

Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez

Composición de la comunidad

El proyecto de investigación tuvo una duración de 3 años académicos durante los cuales los profesores universitarios invitaron a colaborar a tres maestros cooperadores de matemáticas, Rosalía Álvarez, Gregorio Ruiz y Mark Huaman. Los primeros dos enseñan en la escuela superior Eugenio María de Hostos de Mayagüez, Centro de Recursos Profesionales de Ciencias y Matemáticas de AIACiMa. Mark Huaman trabaja en la escuela Intermedia María Dolores Faría también de Mayagüez. El primer año participaron los dos primeros maestros mencionados y se reclutó a dos estudiantes futuros maestros de matemáticas, Joaquín Segarra y José Ocasio, para que comenzaran en la investigación mientras tomaban el curso de metodología de enseñanza en matemáticas. Más adelante se unió al grupo Gustavo Santana quien había tomado el curso de metodología de enseñanza en matemáticas el semestre anterior. Todos se comprometieron a realizar la práctica docente el segundo semestre donde llevarían a cabo sus propias investigaciones educativas. Esta comunidad se reunió dos veces al mes cada semestre en sesiones de 2 a 4 horas durante un año académico. Durante el segundo año colaboraron las estudiantes Cidmarie Odiott e Ydalisse Perez siguiendo el mismo proceso pero reuniéndose una vez al mes durante 1 y media a 2 horas. Ese año la comunidad se amplió al incluir al maestro de matemáticas de escuela intermedia, Mark Huaman, y a la profesora, doctora en matemáticas, Dámaris Santana. Colaboraron además los profesores Raúl Portuondo de física y Mary Annette Moreno de psicología. En el tercer año se institucionalizó el proceso en el curso de investigación subgraduada en educación matemática que se reunía una vez en semana 3 horas. Se trabajó con el estudiante Juan Alvarado, el maestro cooperador, Gregorio Ruiz, tres profesores de matemáticas (Wayland, Santana y Lorenzo) y una profesora de psicología educativa (Bellido).

Las fortalezas de realizar investigación en el salón de clases en una comunidad de aprendizaje profesional

La fortaleza de realizar investigación acción dentro del formato de una comunidad de aprendizaje estriba en que se desarrollan las condiciones que sostienen el cambio para la optimización educativa. Ello se logra a lo largo del proceso de llevar a cabo la investigación en la búsqueda por hacer de esta experiencia una oportunidad de aprendizaje para todos los involucrados. Reiterando lo señalado en nuestro ensayo inicial que da comienzo a la descripción de la experiencia #2 (Modelo enfocado en futuros maestros y maestros en

servicio.), durante el proceso realizado se evidenciaron las características de una verdadera comunidad de aprendizaje profesional, según definida por DuFur y Eaker (1998). Dichas características son: a) misión, visión y valores compartidos; b) el inquirir colectivo; c) equipos colaborativos; d) trabajo orientado a la acción y a la experimentación; e) mejoramiento continuo; y f) esfuerzos orientados a resultados.

Una estrategia que resultó efectiva para establecer la *misión y visión compartida* fue el comenzar el trabajo asignando la lectura de artículos y capítulos de libros a todo el grupo para discutirlos en las primeras reuniones. Estas sesiones fueron muy enriquecedoras y ayudaron grandemente en la construcción de la visión compartida que moldeó la misión que, a su vez, dirigió las prácticas paso a paso. Con este fin, la visión compartida sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje se basó en los principios recogidos en las investigaciones de cómo la gente aprende. Como establece el *National Research Council* en el libro *How Students Learn* (2005). Respecto a los *valores compartidos*, valores fundamentales del grupo fueron el hacer sentido de las matemáticas (Hiebert, et.al. 1997; Quintero, et.al. 2006) como medio de aprender y el creer que los estudiantes podrían adueñarse de su propio aprendizaje si se creaba el ambiente propicio.

En el proceso de *inquirir colectivo* se modeló un ambiente de respeto intelectual, de reto a las ideas y de camaradería, similar al que debe fomentarse en el salón de clases. Dicho proceso permitió, además, establecer los valores que fundamentaron la labor del grupo. De esta forma se fortalecieron los *equipos colaborativos* formados por profesores, maestros en servicio y futuros maestros en los tres años de duración del proyecto.

A través de todos los años, los grupos realizaron un *trabajo orientado a la acción, la experimentación y el mejoramiento continuo*. Los miembros de dichos grupos continuamente cuestionaron, cambiaron y probaron nuevos métodos de enseñanza enfocados en el aprendizaje del estudiante, y reflexionaron sobre los resultados obtenidos. Este cuestionamiento de las ideas se realizó de forma pública y colectiva, cuidándose de mantener un ambiente de confianza, respeto y flexibilidad, en que se comprobaba que se compartía el mismo norte y se entendían los significados y conclusiones, aún cuando hubiese diferencias en opiniones. Se estableció en las reuniones una especie de rutina en que, si alguien traía una idea a la mesa, casi automáticamente algún otro miembro, de forma no amenazante, traía una variante de la pregunta “¿qué harán los estudiantes con eso?”, “¿cómo eso impactará a los estudiantes?” o “¿qué pasará en la cabeza del estudiante si se hace de esa manera?”, “¿a qué nivel cognoscitivo llevaremos al estudiante con esa pregunta, ejercicio o actividad?” Mediante estas preguntas se estimulaban los participantes mutuamente a explorar posibilidades de hacer cambios a los planes originales, para optimizar las suposiciones y métodos. Las explicaciones se daban a los otros y a uno mismo, provocando un continuo proceso reflexivo de “hacer sentido” donde no era raro que la explicación de una sugerencia la comenzara uno y la terminara otro miembro de la comunidad. Así se valoraba lo que cada cual es capaz de aportar y se promovía el sentido de eficacia de cada miembro. Estos procesos establecieron la pauta para no perder de vista el objetivo básico: el aprendizaje con sentido de los estudiantes. De este modo los *esfuerzos* colectivos estuvieron siempre *orientados a resultados*.

El aprendizaje que obtuvieron todos los sectores involucrados en la investigación acción fue crucial, aportando cada cual desde su área de dominio pero sin limitarse a ésta. Los profesores de matemáticas velaban por la solidez del contenido. Las profesoras de psicología educativa velaban por los procesos cognoscitivos. Los maestros manejaban el contenido pedagógico teniendo en cuenta la idiosincrasia de sus respectivos grupos de estudiantes y el manejo del ambiente del salón. Por su parte, los estudiantes futuros maestros, estando en el umbral entre ser aún estudiantes e iniciarse como maestros, aportaban el punto de vista del educando y las nuevas energías del maestro que comienza.

En lo antes presentado se evidencia que se puso de manifiesto en el modo de operar del grupo lo que Ross y otros (1994) llaman “la rueda del aprendizaje en equipo” (en DuFur y Eaker, 1998). La misma consiste de cuatro pasos que se repiten continuamente: (1) reflexión y discusión de creencias y expectativas sobre la sala de clases, (2) llegar a consenso acerca de la interpretación de lo que sucede en la sala de clase, (3) planificar en conjunto las acciones a tomar y (4) coordinar la ejecución de los planes y la observación y evaluación de los resultados de los mismos.



La meta principal al formar el grupo de investigación en acción fue el de probar estrategias activas y constructivistas de enseñanza en la sala de clases y medir sus efectos en el aprendizaje y en las actitudes de los estudiantes. Los resultados obtenidos fueron vistos como los datos de un experimento tal y como había sucedido (Sagor, 1992). Por tanto, el proceso estuvo acompañado por tolerancia a que los resultados no fueran siempre los esperados, de modo que los errores o situaciones problemáticas se usaron como oportunidades para el aprendizaje y no como momentos para asignar culpa ni plantear excusas. Así que se buscaba qué pasó para entender por qué había pasado y decidir cómo proceder en futuro para lograr meta del aprendizaje con sentido de los estudiantes. La búsqueda de la efectividad y el mejoramiento continuo permeó siempre las discusiones de grupo.

Para orientar las acciones en la sala de clases fue instrumental como parámetro de excelencia, tanto en la planificación como en la ejecución de los planes, el uso de la versión al español del *Reformed Teaching Observation Protocol* (R-TOP), al cual llamamos Protocolo de Observación en la Educación Reformada (PROEDUCAR) en AIACiMa (REF). Ya que el proceso estaba orientado a la acción y a los resultados siempre que fue realizada una intervención, la tarea inmediata fue analizar y evaluar en conjunto los resultados de lo que había pasado.

Los autores presentan este modelo de investigación, entre profesores universitarios de disciplinas que se enseñan en las escuelas, profesores encargados de la preparación de maestros, maestros cooperadores y futuros maestros, como una forma efectiva de colaboración entre la universidad y la escuela que responde a los intereses de todos los participantes y a la vez que resulta en beneficios de los estudiantes de ambos niveles

educativos. El modelo de investigación en acción en comunidad de aprendizaje crea un foro en lo cuál los profesores universitarios y los maestros pueden contribuir al mejoramiento de la enseñanza/aprendizaje de las disciplinas en todos los niveles.

Recomendaciones para mejorar la experiencia

Cuando la comunidad creció en su segundo año se expandió el peritaje, hubo más variedad de experiencias, mayor amplitud de intereses y muchos más conflictos de horarios lo que complico la logística de planificación y redujo el tiempo de las reuniones semanales. Quedo claro que para que se cultiven las características de comunidades de aprendizaje es necesario sesiones de reunión frecuentes sin interrupciones. Esto se afecta a medida que el grupo crece. Una estrategia para manejar esto es planificar el tiempo para las reuniones desde el semestre antes de modo que los estudiantes y profesores lo tomen en cuenta antes de hacer sus programas de trabajo y matriculas de cursos. Las dificultades de tiempo limitan la calidad de las discusiones de reflexión lo que puede afectar la claridad de la visión compartida y la fortaleza del sentido de comunidad. No obstante la comunidad más grande probó ser más rigurosa en el diseño experimental con la aportación de más expertos quienes en ocasiones pudieron actuar mas como grupos de apoyo a la investigación que como una comunidad de aprendizaje profesional. Aparentemente lo que se ganó en rigurosidad y tiempo dedicado a llevar a cabo la investigación se perdió en tiempo dedicado a la diseminación y creación de artículos (la diseminación de estos terminó solo en presentaciones). Quien interese hacer algo similar debe analizar y contrastar lo que puede ganar y lo que puede perder de acuerdo a la extensión del grupo. Una posible estrategia para atender este problema sería subdividir la comunidad en subgrupos de trabajo que en ocasiones se reúnen por separado y en otras como grupo grande.

Todos los participantes le han adjudicado un crecimiento personal y profesional a su participación en esta comunidad de investigación acción. A juzgar por las reacciones del público en las diversas presentaciones, la continuación de invitaciones para presentar sus trabajos y los reflexiones incluidas en los artículos que trabajaron se hizo claro que todos los involucrados tuvieron un desarrollo profesional sustancial que redundó en beneficios para los estudiantes.

Luego de leer cada uno de los artículos escritos por los integrantes de esta comunidad nos llama la atención lo personal que resultó cada investigación para el investigador – la maestra Rosalía resaltó cuán importante fue para ella la colegiación y camaradería sin jerarquías que se dieron en las discusiones de grupo, donde cada cual pudo contribuir equitativamente. Destacó además cuanto lo aprendido por ella benefició a sus estudiantes. El maestro Gregorio (Goyo) mencionó que hacer la investigación donde se vieron resultados impactantes en el aprovechamiento de sus estudiantes ha sido de las experiencias más gratificantes de su carrera como maestro. Los candidatos a maestro mencionaron lo transformador que fue la experiencia aunque cada uno utilizó un acercamiento particular y diferente a las lecciones y a los estudiantes. Sin excepción cada uno de los integrantes mostró una satisfacción muy grande al haber realizado SU propia investigación. Esto nos sugiere que la investigación en la sala de clase tiene una cualidad sumamente personal, que no se logra al ser impuesto por

agentes externos. Los enfoques de las investigaciones pueden surgir de cualquier iniciativa que les lleve a cambiar la práctica personal. Es una tarea sumamente individualizada y atada al contexto en el que se da, sin embargo el hacerlo en la compañía que ofrece una comunidad de aprendices ofrece la red de apoyo que asegura su consistencia y continuidad. Parte del éxito estriba en la creencia compartida del grupo en que hacer cambios monitoreados en la práctica va a permitirles ser más efectivos.

Otro de los aprendizajes consistentes fue como el estrechar las relaciones con los estudiantes y entre los estudiantes impacta positivamente el desempeño. Nos dimos cuenta como es mejor incluirlos en el proceso de cambios desde el comienzo - muchos responden a la oportunidad de ayudarse unos a otros y descubren que se están ayudando a sí mismos a entender mejor el material.

Formar comunidades de investigación es mucho trabajo, pero los beneficios superan enormemente el sacrificio. Sytsma (2006) propuso una comunidad de aprendices profesionales para desarrollar, *pedagogos productivos*, los maestros del futuro que se necesitan hoy. Se puede realizar con una comunidad de investigación cuando su formación gira alrededor del compromiso de trabajo compartido con el propósito de aumentar el aprendizaje de todos los involucrados, desde los investigadores hasta los estudiantes. Tal como el comenzar un programa de ejercicios o de dieta, comenzar una investigación en la sala de clases con el apoyo de una comunidad que comparte las mismas metas tiene mayor oportunidad de sostenerse.

Referencias

- Donovan, M.S. & Bransford, J.D. (2005). *How Students Learn: History, Mathematics and Science in the Classroom*. National Research Council. Washington, D.C.: The National Academic Press.
- DuFur, R. & Eaker, R. (1998). *Professional Learning Communities at Work; Best Practices for Enhancing Student Achievement*. Association for Supervision and Curriculum Development, Reston: Virginia.
- Hiebert, J., Carpenter, T.P., Fennema, E., Fuson, K.C., Wearne, D., Murray, H., Olivier, A. & Human, P. (1997). *Making Sense: Teaching and Learning Mathematics with Understanding*. Portsmouth, NH.
- Quintero A. H., Molina, A., Garcia, M., Piñero, E., Quintero I. & Hayman, A. (2006). *Aprendiendo matemática con sentido. Educación con sentido; la educación ideal y posible*. Publicaciones Puertorriqueñas.
- Sagor, R. (1992). *How to Conduct Collaborative Action Research (1st Ed.)*. USA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Sytsma, S.E. (June, 2006). It's About Time: Productive Pedagogues and Professional Learning Communities. *International Electronic Journal for Leadership in Learning*.