

Impacto del método “Instrucción por pares” con el apoyo de “clickers” en el aprendizaje de Matemáticas Básicas

Rafael Enrique Escudero, Universidad del Norte, Colombia

Resumen: Este estudio tuvo como propósito promover una mayor interacción entre los estudiantes y enfocar su atención en los conceptos subyacentes estudiados en la asignatura Matemáticas Básicas, a cambio de presentar el material en secuencia como en los libros de textos y las notas de clase. El estudio se realizó durante el primer semestre del 2012 (2012-10) y el periodo intersemestral del 2012 (2012-20), mediante un proceso de investigación mixta cuantitativa y cualitativa. El número de estudiantes tratado en 2012 (10) fue de 249 y en el intersemestral de 10. De los 249 se tomó aleatoriamente un curso de 37 estudiantes a los que se les aplicó un pre test al inicio del curso sin haber recibido el tratamiento del método y en la última semana, se aplicó un post test. Igual tratamiento se hizo con el curso intersemestral. Las muestras provinieron de distribuciones normales, lo que se comprobó usando los estadísticos Chi Cuadrado y Shapiro-Wilk. Se encontraron diferencias significativas entre las medias de los post test y pre test, en ambos cursos, para lo cual se aplicó una prueba *t* de student para muestras pareadas, por ser un estudio antes y después. Para el grupo de 37 estudiantes $t = 5.87212$ con un $p = 0.0000296539 < 0.05$. En el grupo de 10 estudiantes $t = 4.39678$ con un $p = 0.00172844 < 0.05$. En ambos casos a un nivel de confiabilidad de 95%. Para medir el impacto cualitativamente, se realizaron encuestas tipo Likert a la totalidad de estudiantes, en las que se destacaron una alta favorabilidad (más del 80%) del método en cuanto a clases más dinámicas, mayor motivación, buen ambiente de aprendizaje, mayor participación, tiempo suficiente para responder las preguntas y mejoramiento en el aprendizaje.

Palabras clave: aprendizaje, motivación, interactividad, dinamismo, instrucción por pares

Abstract: This study was intended to promote greater interaction between students and focusing your attention on the underlying concepts studied in the course basic math, in exchange for the material in sequence presented in textbooks and class notes. The study was conducted during the first half of 2012 (2012-10) and the 2012 summer period (2012-20), through a process of joint research quantitatively and qualitatively. The number of students treated in 2012 (10) was 249 and 10 in the summer period. Of the 249 randomly took a course of 37 students which was a pretest at the start of the course without having received treatment. In the last week, was applied a posttest when the student had received the Peer Instruction Method. Equal treatment is made with the summer course. The samples came from normal distributions, which found using the Shapiro-Wilk and Chi square statistical. Found significant differences between the averages of the posttest and pretest in both courses, for which was applied a test for paired as a study before and after samples student's *t*. For the Group of 37 students $t = 5.87212$ with $p = 0.0000296539 < 0.05$. The Group of 10 students $t = 4.39678$ with $p = 0.00172844 < 0.05$. The confidence level was of 95%. Surveys were conducted to measure the impact qualitatively, Likert type to all students, in which stood a high favorability (more than 80%) of the method in terms of more dynamic classes, greater motivation, good learning environment, greater participation, sufficient time to answer questions and improvement in learning.

Keywords: Learning, Interactivity, Dynamism, Motivation, Instruction By Peers

Introducción

El método “Instrucción por Pares” tiene como propósito promover una mayor interacción entre los estudiantes y enfocar su atención en los conceptos subyacentes estudiados en la asignatura Matemáticas Básicas, a cambio de presentar el material en secuencia como en los libros de textos y las notas de clase. Las sesiones consisten de un número corto de presentaciones de los puntos claves del material, cada uno, seguido por una prueba conceptual en un test corto de opciones múltiples. Se da un tiempo para contestar individualmente una pregunta, y luego se pide a los estudiantes que discutan sus respuestas con sus pares. Este proceso promueve el pensar críticamente a



través de los argumentos desarrollados en clase y proporciona tanto a estudiantes como a profesores, un medio para evaluar la comprensión de conceptos en tiempo real (Eric Mazur, 2010).

La experiencia se desarrolló utilizando un software llamado Turning Point, unas tarjetas para marcar respuestas (clickers) a preguntas de selección múltiple y una antena receptora que recibe la señal emitida por los estudiantes, y cuyas respuestas son presentadas inmediatamente en una pantalla o tablero, permitiendo la retroalimentación del proceso de enseñanza aprendizaje y evaluación, en tiempo real.

Objetivos de la investigación

Objetivo general

Determinar el impacto del Método “Instrucción por Pares” con el apoyo de Clickers en el aprendizaje de las Matemáticas Básicas de un grupo de estudiantes de Ciencias Básicas de la Universidad del Norte.

Objetivos específicos

- Analizar estadísticamente si entre los dos grupos de estudiantes (Medicina y Otros Programas) hubo diferencias significativas en el promedio de la nota final.
- Validar supuestos de normalidad en la variable Nota Final en ambos grupos.
- Determinar el análisis inferencial sobre el comportamiento de los supuestos de normalidad en la variable Nota Final.
- Analizar estadísticamente los resultados de las medias obtenidas (antes y después) con la tarjeta y la nota final.
- Determinar las percepciones favorables o desfavorables de los estudiantes sobre el método “instrucción por pares con el apoyo de clickers”.

Metodología

Para este estudio se siguió un diseño mixto de investigación consistente en una prueba antes y después con muestras pareadas a los dos grupos con el cual se realizó la investigación para determinar el impacto del método “Instrucción por Pares” con el apoyo de “clickers” en el aprendizaje de un grupo de estudiantes de Matemáticas Básicas de la Universidad del Norte. Además, se practicaron encuestas con cuestionarios tipo Likert para indagar por las percepciones favorables y desfavorables de los alumnos sobre el método con el apoyo de tarjetas de respuesta inmediata (clickers) en cuanto a interactividad y dinamismo en clase, mayor participación y motivación, generación de ambiente de aprendizaje y aprendizaje mejorado.

Participantes

El estudio se desarrolló en los cursos magistrales del segundo semestre del 2012 (2012-10) y el curso intersemestral o de verano del 2012 (2012 -20). El número de estudiantes de los cursos magistrales fue de 249 y el del curso de verano fue de 10. Para el estudio estadístico en los cursos magistrales se tomaron 37 estudiantes de manera aleatoria.

Para el curso de verano se trabajó con la totalidad de los estudiantes.

Las encuestas se aplicaron a la totalidad de los estudiantes en ambos cursos, o sea, 259.

Los grupos tanto magistral como el curso de verano eran de carácter heterogéneo con estudiantes de diversos programas tales como medicina, relaciones internacionales, música, licenciatura en pedagogía infantil, ciencias políticas y gobierno y comunicación social.

Marco de referencia

Marco conceptual

El siguiente es el listado de términos y conceptos relevantes utilizados en este estudio:

- **Instrucción por pares:** Método de enseñanza orientado a que los alumnos interactúen entre sí para argumentar las respuestas que han dado en una prueba individual sobre conceptos fundamentales generalmente de selección múltiple con única respuesta. Es un método creado por el profesor (Eric Mazur, 2011) del Departamento de Física de la Universidad de Harvard.
- **Dispositivo de respuesta (Clickes):** Son dispositivos electrónicos mediante los cuales los estudiantes contestan las preguntas que hace el profesor y que son receptados por una antena. Los clickers son un apoyo para la implementación del método “Instrucción por Pares” pero se podría prescindir de ellos para aplicar el método. Los clickers utilizados en este proyecto son fabricados por la compañía Turning Technologies (www.turningtechnologies.com) y son parte del sistema que se utilizó en este estudio compuesto por: software turningpoint + clickers + antena receptora.
- **Turning Point:** Es un programa o software libre utilizado como apoyo para elaborar preguntas con las cuales se implementa el método “Instrucción por Pares” aunque no es necesario usar el software para implementar el método, pero su apoyo es importante para realizar evaluaciones y retroalimentación en tiempo real. El software es desarrollado por la compañía Turning Technologies y puede descargarse libremente en www.turningtechnologies.com.
- **Assessment o evaluación en tiempo real:** Sistema de evaluación que se realiza bajo la implementación del método “Instrucción por Pares” con el apoyo de clickers para entregar a los estudiantes el resultado de sus desempeños de manera inmediata y de igual manera hacer la retroalimentación respectiva. Las técnicas de assessment empleadas en este proyecto tuvieron el propósito de controlar las lecturas asignadas sobre conceptos fundamentales y evaluaciones en pares para que los estudiantes argumentaran sus respuestas y conscientemente mediante la guía del profesor hicieran un proceso metacognitivo para corregir sus errores (L. Rico, 1994).
- **NTIC:** Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación. Dentro del gran espectro que cubre las NTIC, se utilizaron en este proyecto los dispositivos de respuesta inmediata o clickers, como apoyo para implementar el método “Instrucción por Pares”.
- **Clase Magistral o Masiva:** En la Universidad del Norte donde se realizó este estudio, son definidas como clases de gran tamaño, generalmente con más de 80 estudiantes que pueden acoger grupos homogéneos (de un mismo programa) o heterogéneos (diversos programas) como fue el caso de este proyecto.
- **Muestras Pareadas:** Estadísticamente, son los datos correspondientes a un mismo grupo para evaluar algún tipo de test o examen antes y después de aplicar un tratamiento (para este estudio el método de Instrucción por Pares).
- **Metodología Basada en Problema:** Proceso metodológico consistente en la aplicación de heurísticos o pasos, para plantear o resolver problemas matemáticos. Este método está fundamentado en los autores (Polya G. & Schoenfeld, A., 1995). Se utilizó en este proyecto para dividir un problema en partes para que los estudiantes identificaran en las preguntas formuladas con el sistema (software turningpoint + clickers + antena receptora), las variables, la relación entre ellas, la pregunta problema, los cálculos y la argumentación de la respuesta.
- **Distribución Normal:** En estadística y probabilidad, se llama distribución normal, distribución de Gauss o distribución gaussiana, a una de las distribuciones de probabilidad de variable continua que con más frecuencia aparece aproximada en fenómenos reales. La gráfica de su función de densidad tiene una forma acampanada y es simétrica respecto de un determinado parámetro estadístico. Esta curva se conoce como campana de Gauss y es el gráfico de una función gaussiana.

- **Pruebas Paramétricas**, como la (“t” de Student) o el análisis de la varianza (ANOVA), se basan en que se supone una forma determinada de la distribución de valores, generalmente la distribución normal, en la población de la que se obtiene la muestra experimental.
- **Pruebas No Paramétricas**: Son las que, a pesar de basarse en determinadas suposiciones, no parten de la base de que los datos analizados adoptan una distribución normal.

Marco teórico

A continuación se presenta un listado sucinto del marco teórico utilizado para llevar a cabo el análisis de la investigación: “Impacto del método instrucción por pares con el apoyo de ‘clickers’ en el aprendizaje de las matemáticas en un grupo de estudiantes de Ciencias Básicas de la Universidad del Norte”.

Por cerca de tres años en la Universidad de Carolina, se hizo una investigación, en la cual se entrevistaron a más de 800 jóvenes y se les observó por más de 5000 horas para determinar cómo las variedades de medios pertenecientes a las NTIC generan en los estudiantes aprendizajes más autónomos, más motivación por las clases y creación de redes para aprender (Mizuko, 2011).

El propósito de este método es promover la interacción de los estudiantes y enfocar la atención del estudiante en los conceptos subyacentes, en cambio de presentar el material en secuencia como en los libros de textos y las notas de clase. Las clases consisten de un número corto de presentaciones de los puntos claves del material, cada uno seguido por una *prueba conceptual* consistente en una prueba corta de opciones múltiples del tema tratado. A los estudiantes se les da un tiempo para contestar individualmente una pregunta, y luego se les pide que discutan sus respuestas con los otros estudiante en clase. Este proceso promueve en los estudiantes el pensar críticamente a través de los argumentos desarrollados en clase y les proporciona a estudiantes y a los profesores (E. Mazur, 2011).

El mundo digital hoy por hoy genera un buen ambiente de aprendizaje. Promueve en los alumnos, la grata sensación de aprender de manera interactiva, dinámica y lúdica, usando la tecnología como medio y no como un fin (A. Galvis, 2004).

En las clases interactivas con tarjetas de respuesta inmediata se usó el “assessment”, para recopilar, analizar, interpretar y sistematizar la información obtenida, con el propósito de mejorar el aprendizaje de los estudiantes, y para que el profesor evalué el logro de los objetivos propuestos en un curso, o en una clase (E. Rodriguez, 2002).

Se utilizó la taxonomía de Bloom, para clasificar las preguntas en las categorías de: conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evolución, para impulsar las habilidades de pensamiento, de acuerdo con los resultados de aprendizaje formulados por el profesor (López J., 2012).

Las dificultades en la solución de problemas, a veces radican en la no comprensión del mismo por no tener un plan heurístico para resolverlo. Con el uso de las tarjetas (clickers), un problema puede subdividirse en diferentes partes convertidas en preguntas, con el propósito de preparar al estudiante a enfrentar el problema en su totalidad (Polya, A. & Shoenfeld, G., 1995).

Según (L. Rico, 1994), en los errores cometidos por los estudiantes en sus conceptos y desarrollos en los procesos matemáticos hay una fuente de conocimiento incompleta, pero puede servir de inicio para que mediante un proceso metacognitivo guiado por el profesor, el estudiante conscientemente corrija sus errores. Según Rico, los errores pueden tomarse como fuente de aprendizaje. Este referente es utilizado en la implementación del método Instrucción por Pares cuando se construyen las preguntas en las cuales algunos de sus ítems están basado en los errores más frecuentes que cometen los alumnos.

Resultados y análisis

A continuación se muestran tablas y gráficos del análisis cuantitativo y cualitativo acompañado de conclusiones puntuales para medir el impacto del método de “Instrucción por Pares con el apoyo de clickers (tarjetas de respuesta inmediata) en el aprendizaje de un grupo de estudiantes de Matemáticas Básicas.

Tabla 1: Resultados sobre promedios número de aprobados, reprobados y retirados

Período	Promedio Tarjeta MD	Promedio NF MD	Promedio Tarjeta OP	Promedio NF OP	Aprobados	Reprobados	Retirados
2012 10	4,0	4,2	3,3	3,5	219/249 88%	19/249 8%	11/249 4%
2012 20	4,0	4,2	3,9	4,1	10/11 91%	1/11 9%	0/11 0%

Fuente: Elaboración propia, 2012.

Convenciones: MD: Medicina, NF: Nota Final, OP: Otros Programas

Tabla 2. Resultado de Encuesta Tipo Likert a Curso Magistral (2012 10) (92/121 encuestados = 76%)

Opiniones	Totalmente de Acuerdo	De Acuerdo	En Desacuerdo	Totalmente en Desacuerdo	No Responde
Mayor dinamismo e interactividad en clase	89%	11%	0%	0%	0%
Más motivación	74%	16%	0%	0%	0%
Buen ambiente de aprendizaje	70%	27%	3%	0%	0%
Participo más	77%	22%	1%	0%	0%
Tiempo suficiente para responder preguntas	56%	32%	7%	5%	0%
Facilita el aprendizaje	72%	22%	6%	0%	0%

Fuente: Elaboración propia, 2012.

Tabla 3: Resultado de Encuesta Tipo Likert a Curso Magistral II (2012 10) (91/117 encuestados = 78%)

Opiniones	Totalmente de Acuerdo	De Acuerdo	En Desacuerdo	Totalmente en Desacuerdo	No Responde
Mayor dinamismo e interactividad en clase	86%	12%	0%	2%	0%
Más motivación	86%	13%	0%	1%	0%
Buen ambiente de aprendizaje	74%	24%	1%	1%	0%
Participo más	73%	24%	2%	1%	0%
Tiempo suficiente para responder preguntas	31%	47%	19%	3%	0%
Facilita el aprendizaje	62%	33%	3%	1%	1%

Fuente: Elaboración propia, 2012.

Tabla 4. Resultado Encuesta Tipo Likert a Curso Intersemestral (2012 20). (10/11 Encuestados = 91%)

Opiniones	Totalmente de Acuerdo	De Acuerdo	En Desacuerdo	Totalmente en Desacuerdo	No Responde
Mayor dinamismo e interactividad en clase	100%	0%	0%	0%	0%
Más motivación	100%	0%	0%	0%	0%
Buen ambiente de aprendizaje	100%	0%	0%	0%	0%
Participo más	80%	0%	20%	0%	0%
Tiempo suficiente para responder preguntas	90%	10%	0%	0%	0%
Facilita el aprendizaje	100%	05	0%	0%	0%

Fuente: Elaboración propia, 2012.

Tabla 5. Resultado de Pre test y Post test Curso Aleatorio (2012 10) (Muestra: 33/37 estudiantes = 89%)

prueba	fecha	media	desviación estándar	varianza	mediana
pretest	2.7	1.12	1.25	1.25	3.0
posttest	3.9	0.79	0.62	4.0	4.0

Fuente: Elaboración propia, 2012.

Tabla 6: Pruebas de Normalidad para Pre test

Prueba	Estadístico	Valor-P
Chi-Cuadrado	17	0,149597
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,940648	0,129266

Fuente: Elaboración propia, 2012.

La prueba Chi-cuadrada divide el rango de Pre test en 15 clases igualmente probables y compara el número de observaciones en cada clase con el número esperado de observaciones. La prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuartiles de la distribución normal ajustada a los datos., entonces con los P – Valores se observa que no se puede rechazar la hipótesis de normalidad de los datos de Pretest.

Tabla 7: Pruebas de Normalidad para Post test

Prueba	Estadístico	Valor-P
Chi-Cuadrado	17	0,149597
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,944554	0,162233

Fuente: Elaboración propia, 2012.

Conclusión 1

Se concluye, bajo las pruebas estadísticas realizadas con el Software STATGRAPHICS que los datos correspondientes al PRETEST Y POSTEST se distribuyeron normalmente.

Prueba de hipótesis:

H0 (Hipótesis Nula): No hay diferencia significativa entre las medias del Post test y Pre test.

H1 (Hipótesis Alternativa): Hay diferencia significativa entre las medias del Post test y Pre test.

Tipo de prueba e instrumento empleado para comprobar hipótesis:

Se aplicó una prueba t de student para muestras pareadas, por ser un estudio antes y después con los siguientes resultados: $t = 5.87212$ con $p = 0.0000296539 < 0.05$ con confiabilidad del 95%

Conclusión 2

De acuerdo con el resultado de la prueba t y el p valor, se concluye que hubo diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los post test y pre test. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Esto es, los estudiantes después de recibir las clases con el método de instrucción por pares apoyado por clickers, tuvieron mejor desempeño que cuando no recibieron el tratamiento.

Tabla 8. Resultado de Pre test y Post test Curso Intersemestral (2012 20) (10/11 estudiantes=91%)

Prueba	Fecha	Media	Desviación estándar	Varianza	Mediana
Pretest	2.4	1.12	0.77	0.59	2.6
Posttest	3.9	0.79	0.62	0.38	4.2

Fuente: Elaboración propia, 2012.

Análisis estadístico:

Tabla 9: Pruebas de Normalidad para PRE TEST

Prueba	Estadístico	Valor-P
Chi-Cuadrado	6,0	0,539749
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,952309	0,680762
Valor-Z para asimetría	0,426608	0,669661

Fuente: Elaboración propia, 2012.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor o igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que PRE TEST proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

Tabla 10: Pruebas de Normalidad para POST TEST

Prueba	Estadístico	Valor-P
Chi-Cuadrado	12,0	0,100559
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,863576	0,0805684
Valor-Z para asimetría	1,42856	0,153129

Fuente: Elaboración propia, 2012.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor o igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que POST TEST proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

Conclusión 3

Se concluye, bajo las pruebas estadísticas realizadas con el software STATGRAPHICS que los datos correspondientes a PRETEST Y POSTEST, se distribuyeron normalmente.

Prueba de hipótesis:

H0 (Hipótesis Nula): No hay diferencia significativa entre las medias del Post test y Pre test.

H1 (Hipótesis Alternativa): Hay diferencia significativa entre las medias del Post test y Pre test.

Tipo de prueba e instrumento empleado para comprobar hipótesis

Se aplicó una prueba t de student, para muestras pareadas, por ser un estudio antes y después con los siguientes resultados: $t = 4.39678$ con un $p = 0.00172844 < 0.05$ a un nivel de confiabilidad de 95%.

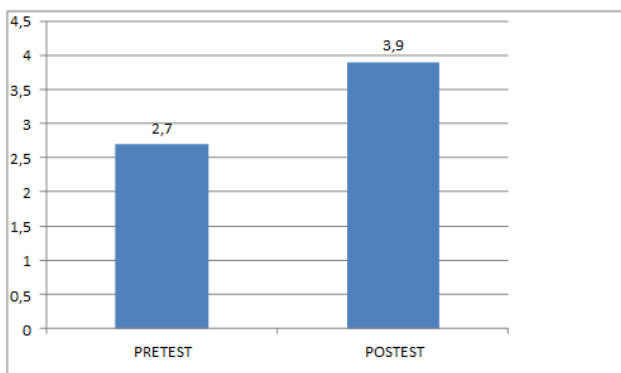


Gráfico 1: Resultado de pre-test y post-test. Curso aleatorio 2012·10
Fuente: Elaboración propia, 2012.

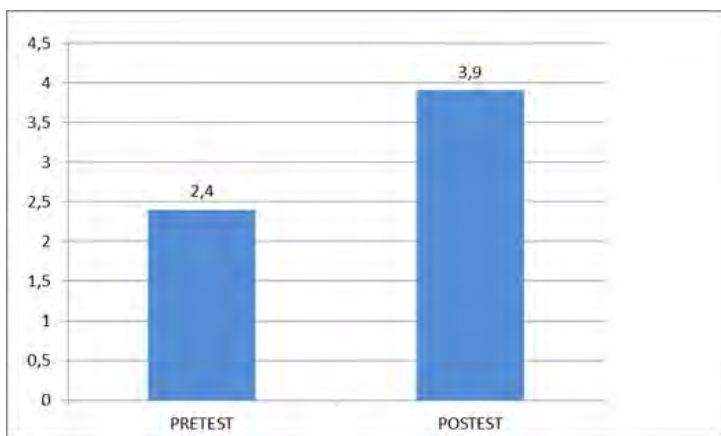


Gráfico 2: Resultado de pre-test y post-test. Curso aleatorio 2012·20
Fuente: Elaboración propia, 2012.

Conclusión 4

De acuerdo con el resultado de la prueba t y el p valor, se concluye que hubo diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los post test y pre test. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis

nula y se acepta la hipótesis alternativa. Esto es, los estudiantes después de recibir las clases con el método de instrucción por pares apoyado por clickers, puntuaron significativamente mejor que cuando no recibieron el tratamiento.

Tabla 11. Resultado de respuestas a las preguntas de manera individual y grupal de los conceptos tratados en la clase magistral mediante el método Instrucción por pares con el apoyo de clickers en los cursos 2012 1 y curso intersemestral 2012 20 para un total de 259 estudiantes.

CONCEPTOS	MG I Individual	MG I Pares	MG II Individual	MG II Pares
<i>Clasificación de proposiciones</i>	75%	90%	45%	73%
<i>Diferencia entre Tautología y Falacia</i>	33%	81%	17%	41%
<i>Enunciados Tautológicos</i>	81%	92%	76%	99%
<i>Enunciados Equivalentes</i>	34%	94%	21%	94%
<i>Formas Equivalentes de un Condicional</i>	71%	88%	67%	88%
<i>Cuantificadores</i>	65%	76%	59%	95%
<i>Diagramas Condicional y Cuantificadores</i>	61%	83%	56%	90%
<i>Significado de pendiente</i>	67%	79%	57%	98%
<i>Cálculo de x, dado y en una función lineal de la forma $y = mx + b$</i>	81%	93%	81%	96%
<i>Interpretación del porcentaje como pendiente</i>	92%	99%	98%	99%
<i>Incremento y descuento porcentual expresado como función lineal</i>	8%	11%	11%	68%

Fuente: Elaboración propia, 2012.

Conclusión 5

De acuerdo con los resultados expresados en la tabla 7, se observa que los estudiantes tuvieron mejor desempeño en pares que cuando contestaron individualmente a las preguntas. Este resultado coincide con investigaciones realizadas por Mazur, E. (2010), (Lorenzo, M. Crouch, C. y Mazur, 2006), (Mazur, E. y Crouch, C. 2001), Scott, P (2001) y Somers, E. (1999).

Conclusión 6

Estos resultados ratifican desde otros puntos de vista, el impacto positivo del método “Instrucción por pares con el apoyo de clickers en el aprendizaje de conceptos fundamentales en Matemáticas Básicas”.

Conclusiones Generales

De acuerdo con los resultados obtenidos puede concluirse que el Impacto del método “Instrucción por Pares” con el apoyo de “Clickers” en el aprendizaje de Matemáticas Básicas, fue altamente positivo porque:

- Rendimiento Académico: Hubo un alto índice de aprobación en los cursos donde se aplicó el método: (219/249 = 88% aprobaron en el curso 2012 10) y en el curso intersemestral (2012 20) (10/11 = 91% aprobaron). Ver datos en Tabla 1.
- Percepción de los estudiantes sobre el método instrucción por pares con el apoyo de clickers: Los estudiantes en ambos grupos investigados, mostraron una percepción muy favorable.

rable sobre el método de “Instrucción por pares con el apoyo de clickers en cuanto a clases más dinámicas, mayor motivación, buen ambiente de aprendizaje, mayor participación, tiempo suficiente para responder las preguntas y mejoramiento en el aprendizaje. La favorabilidad en los ítems referidos es de 80% o más. Ver datos en Tablas 2,3 y 4.

- Desempeño en el Pretest y Postest: Los estudiantes en el curso tomado aleatoriamente y en el curso intersemestral, se desempeñaron significativamente mejor cuando recibieron el tratamiento del método instrucción por pares apoyados por clickers que cuando no recibieron el tratamiento. Ver Tablas 5 y 6 con sus respectivos análisis estadísticos y conclusiones y Gráficos 1 y 2.
- Desempeño individual y colectivo de los estudiantes mediante el uso del método instrucción por pares con el apoyo de clickers: Se produjo un mejoramiento en el aprendizaje de conceptos cuando los estudiantes contestaban las preguntas en “pares” que cuando lo hacían individualmente, ratificando así la eficacia del método “instrucción por pares” con el apoyo de clickers en el aprendizaje de matemáticas básicas. Ver datos en Tabla 11.
- En general, fue una experiencia muy gratificante, en la cual los estudiantes tuvieron un alto grado de compromiso y buen desempeño a pesar de la gran heterogeneidad del grupo. El impacto de acuerdo con los resultados expuestos tanto cuantitativa como cualitativamente fue muy bueno, y permitió establecer una gran sinergia entre los estudiantes y el profesor.
- Reflexión Final: Fue una gran oportunidad de usar la tecnología como medio para facilitar el aprendizaje de los alumnos y para promover una actitud positiva hacia las matemáticas. Puede usarse este método en clases grandes o pequeñas. Sin embargo, en clases grandes es necesario un mayor control para evitar las respuestas al azar o que se presente plagio.

Recomendaciones

- Ampliar la prueba del pre test y post test a cada uno de los cursos que forman las clases magistrales.
- Intentar realizar una investigación longitudinal para monitorear el proceso de aprendizaje de los alumnos un tiempo después de haber tomado el curso de Matemáticas Básicas.
- Continuar aplicando este método en diferentes cursos para el logro de una mayor sistematización.
- Crear una comunidad de práctica sobre la aplicación del modelo instrucción por pares con el apoyo de clickers.

REFERENCIAS

- Escudero, Rafael. (2011) “Impacto de clases interactivas de respuesta inmediata en el aprendizaje de las matemáticas. (Una aplicación de las TIC en el aula)”. En: Baralt, J. et al [Ed]. Orlando, Florida (EE.UU.). *Décima conferencia iberoamericana en sistemas, cibernética e informática 19 a 22 de Julio de 2011. Memorias*, Vol II, pp. 200 -205.
- Galvis, Álvaro. (2004). “Cilic en la didáctica: oportunidades de enseñar y aprender mediante experiencia, indagación, reflexión y socialización con apoyo de tecnología”. *Revista EMA* 9, 38-64.
- Grau, R. y Cuxart, A. (2002). “La calidad en el proceso de corrección de las pruebas de acceso a la Universidad: variabilidad y factores”. *Revista de Investigación Educativa* 20(1), 209-223.
- López, Juan. (2012). *La Taxonomía de Bloom y sus dos actualizaciones* <http://www.eduteka.org/TaxonomiaBloomCuadro.php3> (recuperado de Agosto 23, 2012).
- Lorenzo, M., Crouch, C. y Mazur, Eric. (2006). “Reducing the gender gap in the physic classroom. *Am. Journal. Phys.* 74(2), pp. 118-122.
- Mazur, Erick. (2010). *Peer Instruction: A User’s Manual*. New Jersey: Pentice Hall.
- Mazur, Eric. Comprensión o memorización: ¿Estamos enseñando lo correcto? (Conferencia dictada en la Universidad del Norte 9 de junio de 2011).
- Mazur, Eric. and Crouch, C. (2001) “Peer Instruction: T en years o f experiences and results”. *Am. Journal. Phys* 69(9).
- Mizuko I to, et al. “Living a nd L earning with M edia S ummary o f F indings D igital Y outh Project”. <http://mitpress.mit.edu/catalog/item/default.asp?type=2&tid=11940>. (recuperado Junio 21 de 2009).
- Polya, G. & Shoenfeld, A. (1995). *Cómo plantear y resolver problemas*. México: Trillas.
- Rico, Luis (1994). Errores en el aprendizaje de las matemáticas. En *Educación Matemática. Errores y dificultades de los estudiantes. Resolución de problemas. Evaluación. Historia*, editado por. Kilpatrick Jeremy, Gómez Pedro & Rico Luis, 69-108. Bogotá: Una Empresa Docente y Grupo Editorial Iberoamérica.
- Rodriguez, E. (2002) *El Assessment en el aula de clases*. http://bc.inter.edu/focus/a1_n2/elba.pdf - Puerto Rico (recuperado Febrero 11, 2011).
- Scott, Pilzer. (2001). “Peer Instruction in Physics and Mathematics. Primus, Resources, and Issues”. *Mathematics Undergraduate Studies*. 11(2), 185 - 192.
- Sommers, M. (1999) “Book of Review of Peer Instruction”. *Am. Journal. Phys.* 67(9).

SOBRE EL AUTOR

Rafael Enrique Escudero: Licenciado en Matemáticas y Física de la Universidad del Atlántico, Magister en Educación de la Universidad Javeriana en convenio con la Universidad del Norte y tiene un Ph.D en Educación con énfasis en Educación Matemática de Newport International University. Es profesor a tiempo completo en la Universidad del Norte perteneciente a la División de Ciencias Básicas y al Departamento de Matemáticas y Estadística. Trabaja como profesor de pregrado y posgrado en el área de Matemáticas en pregrado y Educación Matemática en postgrado. Su trabajo como investigador se refiere a la utilización de las nuevas tecnologías de información y comunicación (NTIC’S) como medio para el aprendizaje de las matemáticas, el uso del error como fuente de aprendizaje y la formación de profesores en el área de matemáticas. Desde el año 2008 desarrolla el proyecto “Impacto del método Instrucción por pares con el apoyo de clickers en el aprendizaje de las matemáticas”.