

Diseño de pruebas digitales que mejoran el desempeño académico en matemáticas en estudiantes de bachillerato.

Design of digital tests that improve academic performance in mathematics at high school students

MSc. José A Martínez V.
Universidad Rey Juan Carlos, Madrid - España
ja.martinezv@alumnos.urjc.es

Resumen. Durante las dos últimas décadas, de manera creciente, se han incorporado las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TIC) en procesos de enseñanza aprendizaje en instituciones educativas colombianas, sin que dicha incorporación haya producido cambios favorables en el desarrollo del pensamiento matemático, y en el desempeño de sus estudiantes en pruebas internacionales. La baja calidad en el aprendizaje en los cursos de matemáticas ha quedado demostrada tanto en pruebas internas de las instituciones, como en las pruebas de acceso a la universidad. En consecuencia una elevada tasa de deserción, acompañada de reprobación escolar.

En este artículo se presenta el informe final de un estudio de cohorte realizado durante tres años en la Institución Educativa Sagrada Familia, Palmira Valle, Colombia, en el que se toma un total de 72 estudiantes clasificados en tres grupos; uno de ellos hace uso intensivo de la pruebas digitales; otro carece del uso de las TIC en sus procesos de enseñanza; y un último grupo donde se han ubicado estudiantes que reciben influencia de otros sectores.

El estudio ha evidenciado que, a partir de la utilización de los resultados de investigaciones en ciencias cognitivas y del empleo de recursos digitales, cerca del 90% de los estudiantes que han usado las pruebas digitales, han reclamado el uso de plataformas b-learning, reducido la reprobación en el área de matemáticas, y han demostrado mayor habilidad para resolver situaciones problema propios y ajenos a las ciencias exactas y naturales. Con ello, se obtuvo una caracterización de los estudiantes con mayores habilidades para aprender matemáticas. Sin embargo, el desempeño en pruebas digitales ha sido menor que el desempeño en pruebas en papel, lo que permite, además, proponer como trabajo futuro un sistema de enseñanza que diversifique las actividades evaluativas, y que en sus pruebas digitales además de texto, utilice diversos registros de representación porque de esa manera se mejora el desempeño académico de los estudiantes en el área de matemáticas en la educación media.

Palabras claves: pruebas en papel, pruebas digitales, registros semióticos de representación, plataforma b-learning, desempeño académico.

Summary. During the past two decades, increasingly, they have joined the Information Technology and Communications (ICT) in teaching and learning processes in Colombian educational institutions, without such incorporation has

produced positive changes in the development of mathematical thinking, and in the performance of their students in international tests. The low quality in learning math courses has been demonstrated both in internal testing institutions, such as the entrance exams to college. Consequently, a high dropout rate, along with school failure.

In this article, the final report of a cohort study for three years at Holy Family Educational Institution, Palmira Valle, Colombia, in which a total of 72 students classified into three groups making occurs; one makes extensive use of digital proofing; another lacks the use of ICT in their teaching; and a final group where students have been located are influenced by other sectors.

The study has shown that, from the use of research results in cognitive and use of digital resources sciences, about 90% of students who have used digital evidence, have claimed the use of b-learning platforms, reduced failure in the area of mathematics, and have shown greater ability to resolve issues themselves and others to the natural sciences problem. Thus a characterization of students with higher math skills to learn was obtained. However, the performance of digital evidence has been less than the paper test performance, which also allows to propose future work as an education system that diversifies the evaluation activities, and in their digital proofs in addition to text, use various registers of representation because that way the academic performance of students in the area of mathematics in secondary education is improved.

Keywords: tests on paper, digital proofing, semiotic registers of representation, b-learning platform, academic performance.

INTRODUCCIÓN

En este artículo se muestran los resultados de un trabajo de investigación realizado en la Institución Educativa Sagrada Familia del Municipio de Palmira durante los años 2014 – 2015, en él se presentan algunos resultados asociados a las pruebas internas y externas en el área de matemática para los estudiantes de los grados 10° y 11°. De igual modo, se presenta el desempeño de estudiantes tanto en pruebas en papel como en pruebas digitales, se entrega un análisis de los instrumentos utilizados para las pruebas, y se plantea un sistema de recomendaciones para el diseño de pruebas digitales que mejoran el desempeño académico en el área de matemáticas en estudiantes del grado décimo.

El objetivo general es identificar características de los instrumentos de evaluación tanto digitales como en papel que permitan aumentar la eficiencia en la institución educativa; estableciendo la relación de causalidad o correlación entre la aplicación de pruebas digitales y el desempeño académico en estudiantes de 15 a 17 años en el área de matemáticas

La Institución Educativa Sagrada Familia (IESAFA), se encuentra en la ciudad de Palmira, en Colombia que presta el servicio educativo en sus niveles pre escolar, Básica Primaria, Básica Secundaria y Media

| Nivel | Edades (Años) | Población Atendida | | |
|-------------------|---------------|--------------------|----------|----------|
| | | Año 2013 | Año 2014 | Año 2015 |
| Pre - Escolar | 5 - 6 | 120 | 176 | 172 |
| Básica Primaria | 6 - 10 | 974 | 935 | 999 |
| Básica Secundaria | 10 - 15 | 1109 | 1040 | 985 |
| Media | 15 - 17 | 974 | 340 | 214 |

Tabla 1: Distribución de la población escolar atendida

En la tabla 1 se presenta la población atendida por la IESAFA en el período 2013 – 2015. En la educación básica y media se reportan mayores índices de deserción y reprobación por lo que el rango de edades se aumenta en uno o dos años.

| Nivel | Deserción Escolar | | |
|-----------------|-------------------|----------|----------|
| | Año 2013 | Año 2014 | Año 2015 |
| Pre - Escolar | 6,74% | 6,82% | 9,30% |
| Básica Primaria | 7,44% | 5,03% | 7,21% |

| Nivel | Deserción Escolar | | |
|-------------------|-------------------|-------|--------|
| Básica Secundaria | 12,30% | 8,02% | 8,83% |
| Media | 6,31% | 7,65% | 10,40% |

Tabla 2: Deserción Escolar 2013 - 2015

| Nivel | Porcentaje de Reprobación Escolar | | |
|-------------------|-----------------------------------|----------|----------|
| | Año 2013 | Año 2014 | Año 2015 |
| Pre - Escolar | 1,20% | 0,00% | 0,64% |
| Básica Primaria | 3,92% | 6,31% | 0,64% |
| Básica Secundaria | 14,30% | 20,59% | 22,38% |
| Media | 6,74% | 25,20% | 16,38% |

Tabla 3: Reprobación Escolar 2013 - 2015



Imagen 1: Índice Sintético de Calidad IESAFa 2015

Fuente: http://diae.mineducacion.gov.co/dia_e/documentos/176520000454.pdf

En la Imagen 1: se aprecia que la eficiencia en la institución es de apenas el 1,77 en una escala de 0 a 10, siendo 10 las más alta. Este indicador está fuertemente relacionado con el desempeño académico de los estudiantes, y merece ser atendido con urgencia (Ministerio de Educación Nacional de Colombia 2015)

Diseño de pruebas digitales que mejoran el desempeño académico en matemáticas en estudiantes de bachillerato.



Imagen 2: Índice Sintético de Calidad de la IESAFSA 2016

Fuente: <http://diae.mineducacion.gov.co/diae/documentos/2016/176520000454.pdf>

En la Imagen 2: se aprecia que la eficiencia en la institución es de apenas el 1,57 en una escala de 0 a 10, siendo 10 las más alta. Este indicador además de ser muy bajo, es inferior al registrado en el año inmediatamente anterior, significando que el desempeño académico de los estudiantes, en lugar, de mejorar, tiene tendencia a la baja.

(Ministerio de Educación Nacional de Colombia 2016)

El Índice Sintético de Calidad Educativa (ISCE) es una herramienta que nos permite medir cómo va Colombia en materia de calidad educativa, en cada nivel de cada colegio, entidad territorial, y el país.

Con el ISCE, cada colegio sabe con certeza cómo está en cada uno de sus niveles: Básica Primaria, Básica Secundaria y Media.

La interpretación es muy sencilla: se trata de una escala de 1 a 10, siendo 10 el valor más alto que se puede obtener.

Este proyecto inicia en el año 2012 con grupos de estudiantes de grado once, con edades entre 15 y 17 años, para esa etapa la mayor preocupación era el alistamiento de la infraestructura tecnológica que permitiera la utilización de la aplicación moodle como complemento a las actividades propias de la educación tradicional, basada la transmisión de información cuyo protagonista principal, no es el estudiante, sino el docente.

Ha sido necesaria la adecuación de los espacios físicos y la incorporación de actividades evaluativas online en el proyecto educativo institucional para obtener apoyo institucional. De igual modo se ha venido socializando con otros docentes la utilización de algunos recursos propios de la Web 2.0 y extensiones no estándares del sistema de moodle.

En la Institución Educativa se presenta una elevada tasas de deserción escolar y una baja en el desempeño académico, principalmente, en las áreas de ciencias y Diseño de pruebas digitales que mejoran el desempeño académico en matemáticas en estudiantes de bachillerato.

matemáticas, en mayor relevancia, en los grados del nivel medio. Esta problemática trasciende el espacio escolar porque, por una parte, el Estado invierte recursos económicos importantes para atender la educación y los estudiantes están fuera de las aulas de clase, por otra parte, el ingreso a la educación superior es cada vez más inequitativo, privilegiando solo al 1% de los egresados de bachilleratos, con lo cual se frena el desarrollo tecnológico y económico del país.

El ausentismo escolar supone que los niños, jóvenes y adolescentes permanecen fuera de las aulas de clases realizando actividades impropias de su edad, y, en algunos casos incorporándose al mundo de la ilegalidad, agravando la problemática social del país.

Obtener un descenso en el ISCE en el período 2015 - 2016, ocasiona desmotivación en los distintos actores de la comunidad educativa, entre ellos, a los docentes de la institución, quienes al no recibir los estímulos económicos, sujetos a la calidad educativa establecidos por el gobierno nacional, algunos docentes pueden sentirse desmotivados y optarían por trasladarse a otra institución que les permita percibir tales incentivos económicos, además de mayor reconocimiento social.

La no solución de esta problemática ocasiona deterioro al prestigio de la institución, porque, de manera alarmante, los estudiantes con mejores desempeños son trasladados por sus padres o acudientes a otra institución educativa con mejor ISCE, en consecuencia, el número de estudiantes nuevos que solicitan cupo en la IESFA, son estudiantes provenientes de otras instituciones con muy bajo desempeño como estudiantes o con problemas relacionados con su entorno familiar o social, que buscan en esta institución una oportunidad educativa, pero no logran conseguir su propósito porque no se ajustan al reglamento escolar, ni a la exigencia académica y abandonan la institución durante los primeros cuatro meses, o aumentan la tasa de reprobación.

Sin bien, es cierto que el desempeño académico y la puesta en práctica de programas que logren permanencia con éxito de sus escolares, son funciones de varias variables, donde el desempeño docente, es solo una de ellas; con esta investigación, se pretende establecer las características de las actividades evaluativas que permitan disminuir el ausentismo escolar y mejorar el desempeño de los estudiantes de 15 a 17 años en el área de matemáticas, a través de la integración de las tecnologías de la información y las comunicaciones y un acercamiento a la interacción persona ordenador, al estudiar la posible correlación o causalidad entre los estudiantes que realizan pruebas digitales y su desempeño. De igual modo se busca establecer si hay diferencias significativas en el desempeño escolar, cuando presentan pruebas digitales o cuando presentan pruebas en papel.

Diseño de pruebas digitales que mejoran el desempeño académico en matemáticas en estudiantes de bachillerato.

Han sido seleccionados estudiantes con edades entre los 15 y los 17 años que cursan grado 10 o grado 11, en el sistema educativo colombiano, y se ha escogido el área de matemática, seleccionando el estudio de las funciones exponenciales, y logarítmicas y el estudio de los elementos de las secciones cónicas (Ministerio de Educación Nacional de Colombia 2016).

Básicamente, tanto en los dos tipos de pruebas, digitales y en papel se pretende que los estudiantes utilicen los elementos de las secciones cónicas para dar respuesta a situaciones problemáticas dentro de las matemáticas, y la aplicación de las propiedades de los logaritmos para resolver problemas rutinarios en pruebas tipo cerrado con ítem de selección múltiple con única respuesta.

El estudio ha consistido en localizar tres grupos de estudiantes, dos de grado décimo, y uno de grado once, a los cuales se le ha aplicado pruebas en papel y en formato digital y se ha estudiado si existen diferencias significativas en cuanto al desempeño académico de los estudiantes cuando presentan pruebas en formato digital o en formato en papel. También se ha estudiado la correlación entre los estudiantes que obtiene los mejores desempeños en cada tipo de prueba y su record académico en las distintas áreas de la malla curricular para establecer en cuál de ellos se presenta una correlación más fuerte y directa.

Como una alternativa para disminuir la reprobación, y en consecuencia, también reducir el ausentismo y a deserción, se ha integrado la extensión de Geogebra en moodle para realizar actividades auto evaluables optativas para los estudiantes, con las cuales, a criterio del profesor, puedan ser sustitutivas de las actividades obligatorias en las cuales el estudiante, ha obtenido los más bajos desempeños, y de esta manera, mejorar el componente de eficiencia como integrante de la fórmula que determina el ISCE.

En el proceso de búsqueda de soluciones a la problemática se ha privilegiado el acompañamiento de otros docentes, para favorecer el uso del campus virtual de la institución, se ha creado el correo institucional, registrando a los docentes y a los estudiantes, porque es necesario disponer de una cuenta de correo electrónica para ser registrado como estudiante en el sistema moodle.

Para acceder al sistema moodle se han presentado algunas dificultades para obtener cuentas de correo reales de los estudiantes, se han creado cuentas ficticias para que luego de estar registrados, los estudiantes puedan actualizar su perfil y escribir una cuenta de correo real. Sin embargo, se observa que entre los estudiantes de bachillerato ha empezado a entrar en desuso la utilización del correo electrónico y se presentan muchas dificultades en el proceso de recuperación de claves.

La recuperación de claves, ha dificultado el uso del campus virtual porque cuando se presentan actividades evaluativas online, es necesario garantizar, previamente, que todos los alumnos puedan acceder oportunamente al sistema moodle.

Diseño de pruebas digitales que mejoran el desempeño académico en matemáticas en estudiantes de bachillerato.

Lo que se ha hecho para es diseñar instrumentos de evaluación tipo cerrado con ítem de selección múltiple con única respuesta, en formato digital y en formato impreso.

Producto de la reflexión como docente se concluye que para lograr aprendizaje significativo, y en profundidad en matemáticas, se requiere mayor protagonismo del estudiante en la realización de actividades evaluativas, por ellos se plantea la necesidad de incorporar recursos digitales diferentes a los instrumentos cerrados. En este estudio, se han utilizado las actividades auto evaluativas desarrolladas en Geogebra e integradas al sistema moodle, se han sistematizado la participación de los estudiantes en la realización de esas actividades, pudiendo observar, el número de intentos realizados, su determinación de mejorar sus calificaciones después de obtener la calificación mínima aprobatoria, los diferentes sitios desde los cuales acceden a la plataforma, las franjas horarias más utilizadas para que los estudiantes ingresen a la plataforma y la relación de correlación, entre el acceso al a plataforma y el record académico de los estudiantes,

De igual modo, se ha utilizado la prueba de Wilcoxon para estudiar si existen diferencias en el desempeño académico de los estudiantes cuando realizan pruebas digitales a cuando realizan pruebas en papel

| Grupos | Característica | Uso de Tecnología | |
|---------------|---|--------------------------|---|
| 1 | Estudiantes del grado 10 (15 – 16 años) | No | No se hace énfasis en el uso de los programas (Geogebra), ni se entrenan para la realización de pruebas digitales |
| 2 | Estudiantes del grado 10 (15 – 16 años) | Si | Son entrenadas en el uso de Geogebra, hasta el punto de corregir las actividades auto evaluables, y advertir de posibles errores, son |

Diseño de pruebas digitales que mejoran el desempeño académico en matemáticas en estudiantes de bachillerato.

| | | | |
|---|---|---------------|---|
| | | | adiestradas en la elaboración de crucigramas utilizando (Hot Potatoes), han sido familiarizadas con el uso intensivo de la plataforma moodle, has el punto de realizar actividades P2P |
| 3 | Estudiantes del grado 11 (16 – 17 años) | Grupo Control | Se decide por la metodología tradicional, clases expositivas, donde las estudiantes reciben explicaciones, ejemplos desarrollados por el profesor, y luego se enfrentan a una cantidad de ejercicios rutinarios con un grado de dificultad semejante a los ejemplos desarrollados |

Tabla 4: Distribución de los grupos participantes en la investigación

Fuente: Elaboración propia

Con la participación de estos grupos de estudiantes lo que ha cambiado, es la actitud de los estudiantes para realizar sus actividades tanto en papel como en formato digital, pasando de la falta de cumplimiento, a la preocupación por el manejo eficiente del tiempo.

Se ha observado que los resultados en pruebas digitales, no son mejor que los

Diseño de pruebas digitales que mejoran el desempeño académico en matemáticas en estudiantes de bachillerato.

resultados en pruebas en papel, cuando las primeras, se limitan a cuestionarios cerrados de selección múltiples, y cada ítem es evaluado a partir de un contexto presentado en formato de texto.

Se observa que los resultados en pruebas digitales supera a los resultados en pruebas en papel, cuando los contextos a partir de los cuales se construyen los ítem, son diseñados integrando diversos registros de representación e incluyendo diferentes recursos multimediales

Para medir el impacto de la propuesta he tenido en cuenta la el desarrollo de la competencia socio afectiva, donde privilegia el respeto por el otro, donde es conveniente escuchar los argumentos de otros en la resolución colectiva de problemas. Una vez, desarrolladas las competencias socio afectivas por sus compañeros, y por la matemática misma, se analizan los resultados en pruebas parciales, en pruebas finales en cada período académico (10 semana) y en pruebas estatales (al finalizar el grado 11). Estas evaluaciones no han permitido hacer comparaciones para evaluar su mejora, porque los tiempos establecidos para el desarrollo de los temas, por una parte, son muy reducidos y se abordan muy rápidamente, dejando muy poco espacio para la retroalimentación. En su lugar, se hace comparaciones entre los resultados obtenidos en el mismo curso, en la misma asignatura y en la misma temática y compararlos con los obtenidos por estudiantes en los períodos académicos 2012, 2013, 2014 y 2015 para determinar hasta qué medida, la propuesta ha causado un impacto favorable en el desempeño.

| Período Escolar | Grupo | Nota promedio |
|------------------------|--------------|----------------------|
| 2012 | 11 - 3 | 3,82 |
| | 11 - 4 | 3,56 |
| 2013 | 11 - 3 | 3,53 |
| | 11 - 4 | 3,02 |
| | 11 - 5 | 3,47 |
| 2014 | 11 - 4 | 3,34 |
| | 11 - 5 | 3,56 |
| | 11 - 6 | 3,21 |
| 2015 | 10 - 4 | 3,85 |
| | 10 - 5 | 3,47 |
| | 11 - 3 | 3,25 |

Tabla 5: Registro de Calificaciones durante el cuarto período académico en la IESAFa

Fuente: Sistema de Información Académica de la IESAFa

En la tabla 5, se aprecia que en la escala IESAFa la escala de calificaciones es de 1.0 a 5.0, siendo 5, la más alta, y la calificación mínima para aprobar un área es 3.0. La tabla muestra las calificaciones obtenidas en el cuarto período de cada año escolar. En cada año escolar, se programan cuatro períodos académicos de igual

Diseño de pruebas digitales que mejoran el desempeño académico en matemáticas en estudiantes de bachillerato.

duración de 10 semanas, en el cuarto período es que se tratan los temas de secciones cónicas, funciones exponenciales y logarítmicas en los grupos 9, 10, y 11

| Año | PERÍODO | GRUPOS | | |
|------|---------|--------|--------|--------|
| | | 9 - 4 | 10 - 4 | 11 - 4 |
| 2012 | P1 | 3,12 | 3,09 | 4,34 |
| | P2 | 2,98 | 3,00 | 4,25 |
| | P3 | 2,92 | 3,04 | 4,20 |
| | P4 | 3,48 | 3,00 | 4,35 |
| 2013 | P1 | 3,20 | 3,44 | 3,15 |
| | P2 | 2,93 | 3,24 | 3,30 |
| | P3 | 3,08 | 2,75 | 3,54 |
| | P4 | 3,19 | 3,01 | 3,96 |
| 2014 | P1 | 3,21 | 3,21 | 2,99 |
| | P2 | 2,52 | 2,52 | 3,06 |
| | P3 | 2,95 | 2,95 | 2,84 |
| | P4 | 3,21 | 3,21 | 3,34 |
| 2015 | P1 | 3,08 | 3,00 | 2,95 |
| | P2 | 3,11 | 3,00 | 3,06 |
| | P3 | 3,25 | 3,36 | 3,76 |
| | P4 | 3,24 | 3,85 | 3,91 |

Tabla 6: Comportamiento de las calificaciones en matemáticas en el IV período de 2012 a 2015

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 6, se observa en el año 2013, se ha presentado un descenso en el desempeño escolar en el cuarto período en el área de matemáticas en la IESAFa, pero a partir del año 2014 se observa una tendencia a subir el promedio de calificaciones para el mismo periodo académico donde se abordan las mismas temáticas.

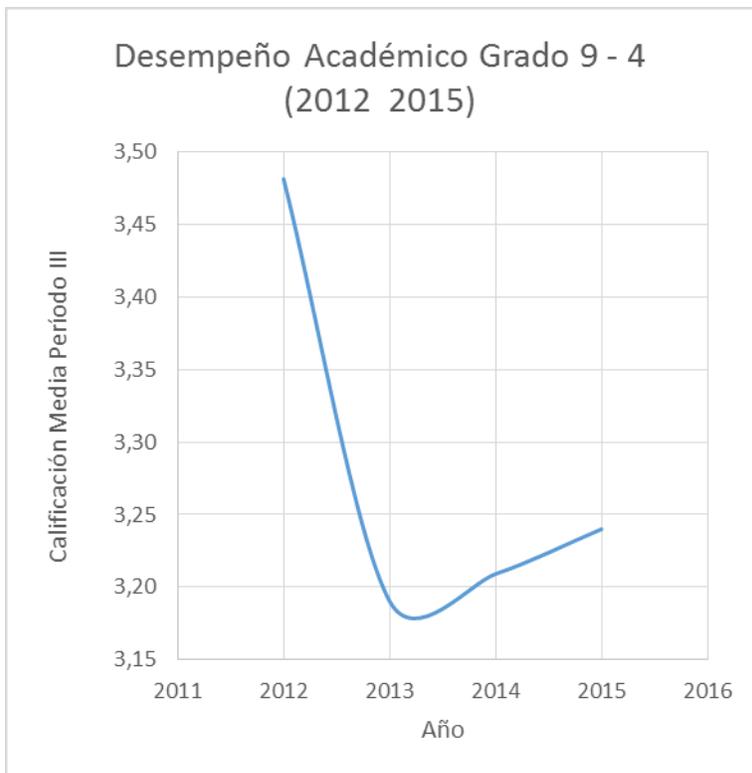


Gráfico 1: Comportamiento de la calificaciones del grado 9 – 4 en el cuarto período

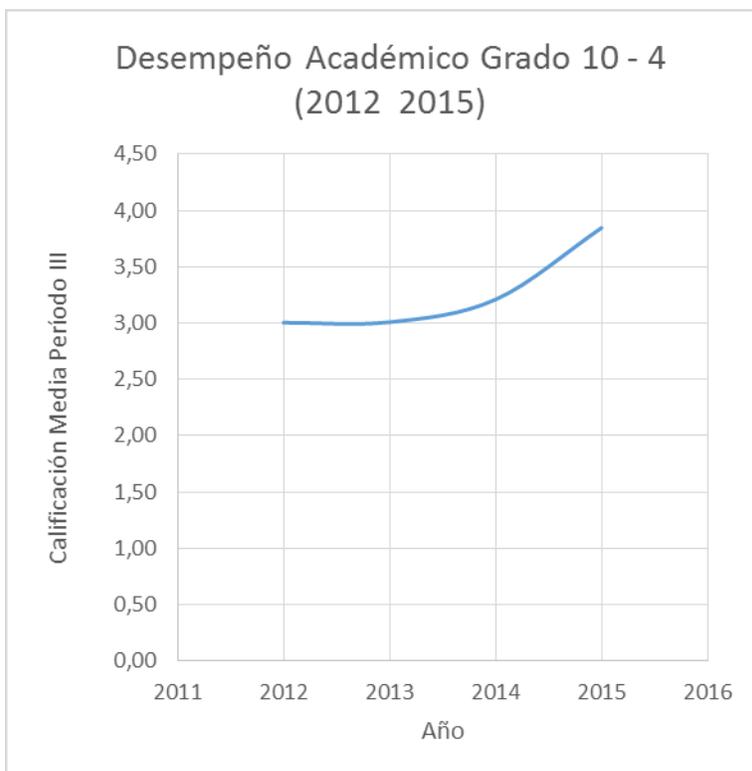


Gráfico 2: Comportamiento de la calificaciones del grado 10 – 4 en el cuarto período

Diseño de pruebas digitales que mejoran el desempeño académico en matemáticas en estudiantes de bachillerato.

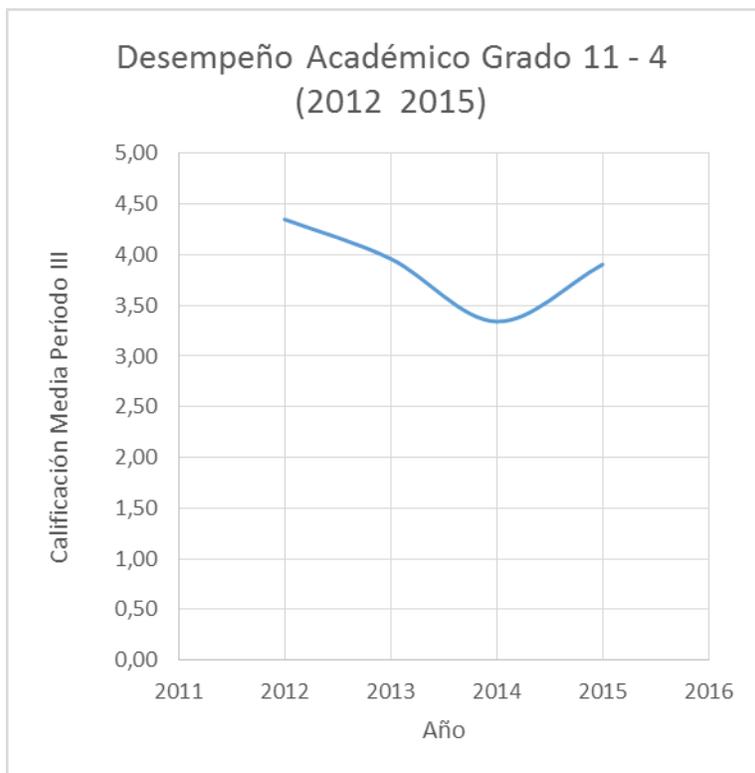


Gráfico 3: Comportamiento de la calificaciones del grado 11 – 4 en el cuarto período

Los datos han sido comparados con estudiantes del mismo grado en años anteriores, por ejemplo el grado 10 - 4 de 2102, con el grado 10 – 4 de 203, con el grado 10 – 4 de 2014 y el grado 10 – 4 de 2015.

Para el caso de los grado 9 – 4, se observa que a partir del año 2013 se presenta un pequeño mejoramiento en el desempeño de los estudiantes. Sin embargo, las calificaciones para el año 2015 se encuentran por debajo de 3.25. Siendo coherente con la información reportada en el ISCE, confirmando la necesidad de mejorar la eficiencia en grado noveno

Para el caso, del grado 10 – 4 se aprecia, por una parte que sus puntajes, no son inferiores a la nota aprobatoria (3.0), y por otra parte, la curva tiene una tendencia al mejoramiento, a pesar de que la tasa de deserción en este grado es una de las más elevadas en la institución.

El grado 11 – 4 para el año 2104, ha registrado un fuerte descenso, para el año 2015 se observa mejoramiento en sus desempeños en comparación los grupos de los años anteriores.

El leve mejoramiento observado en los tres conjuntos de grados puede ser el Diseño de pruebas digitales que mejoran el desempeño académico en matemáticas en estudiantes de bachillerato.

resultado de distintos factores, siendo uno de ellos, el cambio en la forma metodología en las clases, la diversificación de actividades evaluativas, la integración de las TIC, y el uso de recursos multimedia que permite diversidad en registros semióticos de representación.

Todavía se presentan muchas dificultades por superar, los estudiantes tienen que cursar más de 13 asignaturas al tiempo, porque el colegio es de modalidad comercial, además, un día a la semana, deben asistir todo el día a la institución; la metodología tradicional, sigue siendo la más generalizadas entre los profesores de otras áreas. La adecuación de los salas de ordenadores, no es la mejor, y algunas conexión no corresponden a los lineamientos didácticos, ni pedagógicos, la conectividad no llega a todos los espacios de la institución, y las conexiones son muy lentas.

METODOLOGÍA

Tras de hacer una amplia indagación bibliográfica, se ha determinado que no existen en Colombia trabajos previos relacionados con esta temática, a pesar de que el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN) establece la necesidad de evaluar institucionalmente su actividad investigativa (MEN 2008)

El objetivo general de esta investigación se puede enunciar de la siguiente manera: identificar características de los instrumentos de evaluación tanto digitales como en papel que permitan aumentar la eficiencia en la institución educativa; estableciendo la relación de causalidad o correlación entre la aplicación de pruebas digitales y el desempeño académico en estudiantes de 15 a 17 años en el área de matemáticas. Para el desarrollo de este objetivo general, nos planteamos una serie de objetivos subsidiarios que guiarán la metodología de la investigación y que, a continuación, se presenta: (Vázquez Cano, Análisis y evaluación de la didáctica con base en lectura 2013)

- Analizar las barreras, retos y dificultades que afrontan los docentes para el diseño de pruebas digitales que mejoren el desempeño académico en el área de matemáticas en los grados décimos y undécimos.
- Determinar el tipo de orientaciones que se dan a los estudiantes sobre la resolución de problemas presentados en formato digital y formato de papel.
- Utilizar Pruebas no paramétricas de Wilcoxon para dos muestras de apareadas.
- Establecer pruebas de hipótesis para determinar si se presentan diferencias en el desempeño académico de los estudiantes de grado décimos en pruebas digitales y pruebas en papel lectura digital.

POBLACIÓN Y MUESTRA

Diseño de pruebas digitales que mejoran el desempeño académico en matemáticas en estudiantes de bachillerato.

La presente investigación se desarrolló en la Institución Educativa del Municipio de Palmira, departamento del Valle del Cauca (Colombia) en la que se seleccionaron dos grupos de grado décimo y un grupo de grado undécimo de 16, 28 y 28 estudiantes, respectivamente en los que se ha analizado las prácticas desarrolladas por el profesorado para el diseño de actividades para el plan de mejoramiento de sus estudiantes en el área de matemáticas y la percepción del profesorado sobre su competencia, los recursos, retos y dificultades que tiene que afrontar para el desarrollo de estas metodologías. La muestra invitada potencial fue de 95 estudiantes (tabla 1), muestra que se ha reducido por la inasistencia a algunas a las dos pruebas de algunas estudiantes.

Tabla 1 Muestra de participantes

| Alumnado | | | |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|
| | Grado 10 - 4 | Grado 10 - 5 | Grado 11 - 3 |
| n | 16 | 28 | 28 |
| Profesorado | | | |
| Hombres | 4 | 4 | 5 |
| Mujeres | 3 | 3 | 2 |

Fuente: elaboración propia

Se realizó el análisis estadístico (tabla 2) de los participantes en las pruebas digitales y en la pruebas en papel, para establecer la posible relación de causalidad o correlación entre los datos, y se ha observado que las calificaciones obtenidas en las pruebas digitales no fueron normalmente distribuidos (Gráfica 1) (Véase resultados prueba en papel) (Martínez Valdés, Desempeño de estudiantes en pruebas en papel 2015)

Tabla 2: Estadística Descriptiva prueba digital

| | Grado 10 - 4 | Grado 10 - 5 | Grado 11 |
|----------------------------|---------------|--------------|---------------|
| n | 16 | 28 | 28 |
| Media | 1,71875 | 1,53571429 | 3,57 |
| Desviación Estándar | 0,9303897 | 0,79265811 | 0,87 |
| IC 95% | [1,22; 2,21] | [1,23; 1,84] | [3,24; 3,91] |

Diseño de pruebas digitales que mejoran el desempeño académico en matemáticas en estudiantes de bachillerato.



Gráfica 1: Distribución de calificaciones en pruebas digitales

Fuente: Elaboración propia

INSTRUMENTOS

Para recoger información de los profesores que trabajan en los grados décimo y onces, se procedió a la observación directa, y a la entrevista personal; con los alumnos se procedió, también a la entrevista personal y análisis de algunas pruebas realizadas en papel. Durante los meses de septiembre y octubre de 2015 se procedió a compartir con el profesorado algunas alternativas digitales para realizar planes de mejoramiento con sus alumnos, y se les brindó capacitación en el manejo de software especializado y el manejo del aula virtual de la institución (véase apéndice 1), (Martínez Valdés, Análisis de la estructura del cuestionario digital para grado décimo 2015)

RESULTADOS

El desempeño de los estudiantes de los grados décimos en pruebas digitales es inferior a los resultados de los estudiantes de grados décimos en pruebas en papel, mientras que el desempeño de los estudiantes en pruebas digitales es superior al desempeño de los estudiantes del grado undécimo en pruebas en papel (véase apéndice 2) (Martínez Valdés, Prueba Wilcoxon 2015)

Dificultades para realizar pruebas digitales en matemáticas

- Por lo general es necesario utiliza ecuaciones que se requieren mucha dedicación para ser editadas correctamente
- Para la edición correcta de ecuaciones es necesario utilizar software especializado como Látex o GeoGebra
- Para utilizar distintos registros de representación se necesita integrar recursos multimedia

Diseño de pruebas digitales que mejoran el desempeño académico en matemáticas en estudiantes de bachillerato.

- La diversificación de actividades evaluativas requiere el uso de software especializado (HotPotatoes, JClic, Inventor, Geogebra, moodle, DrScheme, etc.)
- El uso de software especializado por parte de los profesores requiere de periodos intensificados de actualización y capacitación

Ventajas de las pruebas digitales

- Evitar multimarca, dejar preguntas sin responder¹ Seguridad en la pruebas
- Reduce costos de aplicación
- Favorece la reutilización
- Facilita el análisis estadístico de los datos
- Por lo general, su calificación es automática
- La retroalimentación es inmediata
- Los resultados son inmediatos

Ventajas de las pruebas en papel

- Ha sido de uso tradicional
- No requieren del uso del ordenador, ni de internet
- Pueden ser aplicadas por cualquier profesor
- Hay mayor posibilidad de asignar puntaje subjetivos
- Se permite la evaluación de preguntas tipo ensayo
- Ofrece mayor posibilidad de hacer análisis semiótico de los escritos de los estudiantes

Si bien, es cierto que los estudiante colombianos obtienen mejores desempeños en lectura en pruebas digitales que en pruebas en papel, lo que se observa a nivel internacional es que a pesar de que los estudiantes de 15 años han interactuado constantemente con dispositivos electrónicos, han tenido acceso a los ordenadores, y los gobiernos han aumentado la conectividad, el desempeño de sus estudiantes en pruebas digitales continúa siendo inferior al desempeño de los estudiantes en pruebas en papel para distintos países (Fundación Encuentro 2015). Entre las razones por las cuales no se observa mejoría en los desempeños de los estudiantes en pruebas de matemáticas obedece a que en los instrumentos de evaluación predominan textos y no se usan otros registros semióticos de representación como figuras, imágenes, tablas, diferentes colores, diagramas, lenguaje icónico, y otros recursos multimedia que bien, pueden utilizarse si se incorpora de manera efectiva las TIC en los procesos educativos. De otra parte, en

¹ (Redacción Blue Radio, 2015)

Diseño de pruebas digitales que mejoran el desempeño académico en matemáticas en estudiantes de bachillerato.

la Institución Educativa Sagrada Familia, se observa alta tasa de deserción escolar y de reprobación en matemáticas.

La mejora en los desempeños de los estudiantes en matemática se consigue si se diversifican las actividades evaluativa digitales, y se utiliza de manera efectiva la tecnología, integrando distintos recursos (moodle, GeoGebra) para realizar actividades auto evaluables, utilizar GeoGebra como ecosistema natural para el desarrollo del pensamiento matemático (Martínez Valdés, Analizando Ecuaciones de primer grado en GeoGebra 2016)

COMPARACIONES

Los resultados obtenidos en este estudio muestran que en el área de matemáticas los desempeños de los estudiantes del grado 10 – 5 en pruebas digitales fueron inferiores a los desempeños de los estudiantes del grado 10 - 5 en pruebas en papel, estos resultados son semejantes a los obtenidos por los estudiantes españoles de 15 años en 2012 (Ministerio de Educación Cultura y Deporte 2014). En lectura el desempeño de los estudiantes colombianos en pruebas digitales es superior al desempeño de lectura en pruebas en papel (Redacción Blue Radio 2015). De otra parte, (Flores Seefoó, Reyes Carreto y Godínez Jaimes 2014) evidenciaron un efecto directo y significativo que tienen los 4 factores estudiados sobre el desempeño académico en matemáticas, siendo el de mayor influencia el factor de la trayectoria escolar previa.

CONCLUSIONES

El desempeño de los estudiantes de los grados décimos y undécimos en el área de matemáticas en pruebas digitales es inferior al desempeño de estos estudiantes en pruebas en papel. Los desempeños en pruebas digitales son mejores a los desempeños en pruebas en papel en lectura en los estudiantes colombianos, en consecuencias, los desempeños en el área de matemáticas mejoran siempre que se diversifiquen las actividades evaluativas, y en los ítems se utilicen distintos registros de representación, además del registro textual

TRABAJO FUTURO

Capacitar al profesorado para que diseñe pruebas digitales utilizando diferentes registros semióticos de representación mediante la integración efectiva de los recursos digitales, familiarizar a los estudiantes en la aplicación de pruebas digitales en el área de matemáticas y, realizar investigación educativa que permita determinar periódicamente el avance en el desempeño de los estudiantes (Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación 2014) (Sánchez Ortiz 2011)

Diseño de pruebas digitales que mejoran el desempeño académico en matemáticas en estudiantes de bachillerato.

Apéndice 1: Instrumento de evaluación prueba digital para grado 10

| Q | Enunciado | Índice de dificultad | Índice de Discriminación |
|---|--|----------------------|--------------------------|
| 1 | <p>Si $\log(x) = 3\log 2 + 2\log 3$, entonces, el valor de x</p> <p>Seleccione una:</p> <p><input type="radio"/> A. 17</p> <p><input type="radio"/> B. 72</p> <p><input type="radio"/> C. 56</p> <p><input type="radio"/> D. 27</p> | 57.14% | 17.38% |
| 2 | <p>El valor de x en la expresión $7^{3x-1} = 16807$, es</p> <p><input type="text"/></p> <p>Seleccione una:</p> <p><input type="radio"/> A. 5</p> <p><input type="radio"/> B. 7</p> <p><input type="radio"/> C. 3</p> <p><input type="radio"/> D. 2</p> | 14.29% | |

3

42.86%

18.67%

Si $f(x) = e^{kx}$ y $f(1) = 3$. El valor de $f(8)$ es:

Seleccione una:

- A. 343
- B. 400
- C. 300
- D. 6561

4

14.29%

Si $f(x) = e^{kx}$ y $f(0) = 15$. El valor de $f(8)$ es:

Seleccione una:

- A. 480
- B. 400
- C. 240
- D. 320

5

71.43%

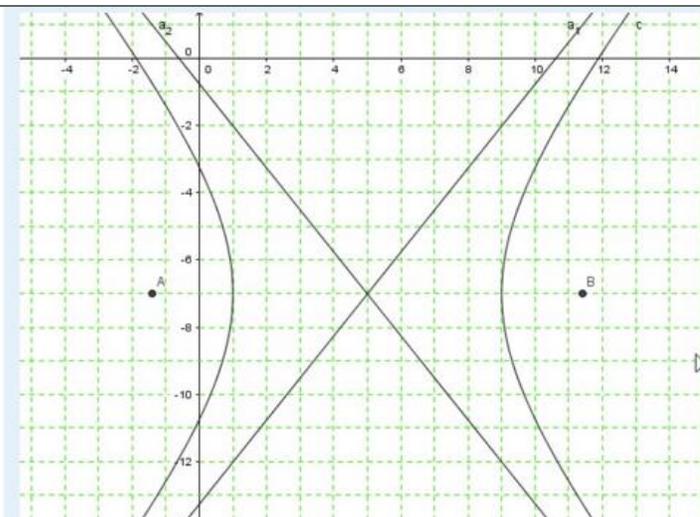
12.13%

Una solución para la ecuación $2^{10x-7} - 8x^2 = 0$, es:

Seleccione una:

- A. $\frac{1}{6}$
- B. $-\frac{1}{6}$
- C. $-\frac{7}{3}$
- D. 1

| | | | |
|---|--|--------|--------|
| 6 | <p>Una solución para la ecuación $A^{mx} B^x - B^k = 0$, es:</p> <p>Seleccione una:</p> <p>A. $x = \frac{\ln B}{k(\ln A + \ln B)}$</p> <p><input type="radio"/></p> <p>B. $x = \frac{k \ln B}{m(\ln A + \ln B)}$</p> <p><input type="radio"/></p> <p>C. $x = \frac{k \ln B}{m(\ln A - \ln B)}$</p> <p><input type="radio"/></p> <p>D. $x = \frac{k \ln A}{m(\ln A + \ln B)}$</p> <p><input type="radio"/></p> | 14.29% | |
| 7 | <p>Un estudio realizado por estudiantes de la institución Educativa Sagrada Familia en la Reserva Natural de Nirvana ha mostrado que la población de murciélagos se estima en $\frac{60}{21.4e^{0.05m}}$ docenas, donde m representa los meses transcurridos después de realizar el estudio. ¿Cuántos murciélagos había cuando realizaron el estudio?</p> <p>Seleccione una:</p> <p><input type="radio"/> A. 5</p> <p><input type="radio"/> B. 120</p> <p><input type="radio"/> C. 10</p> <p><input type="radio"/> D. 60</p> | 57.14% | 17.38% |
| 8 | <p>La ecuación de una circunferencia es $x^2 + y^2 = 10$. El área del círculo es</p> <p>Seleccione una:</p> <p><input type="radio"/> A. 10π</p> <p><input type="radio"/> B. $100\pi^2$</p> <p><input type="radio"/> C. 100π</p> <p><input type="radio"/> D. $5\pi^2$</p> | 57.14% | 15.75% |
| 9 | <p>La ecuación de una circunferencia en $(x + 5)^2 + (y - 3)^2 = 8$. ¿Cuál es la longitud de la circunferencia?</p> <p>Seleccione una:</p> <p><input type="radio"/> A. 2π</p> <p><input type="radio"/> B. 16π</p> <p><input type="radio"/> C. 8π</p> <p><input type="radio"/> D. $\sqrt{32}\pi$</p> | 14.29% | |

1
0

42.86%

18.67%

Para la cónica mostrada en la figura, la longitud del lado recto es

Seleccione una:

- A. $\frac{512}{25}$
- B. $\frac{32}{25}$
- C. $\frac{1260}{16}$
- D. $\frac{256}{25}$

Apéndice 2: Prueba de Wilcoxon para el grado 10 – 5

(Flores Arias y Rabanales Santos 2012) (Castro García 2012)

Análisis Grado 10 - 5

Solución:

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0.3$$

$$H_a: \mu_1 - \mu_2 < 0.3$$

$$D_0 = 0.3$$

| Pa r | onli ne | impre so | di do | di - do | Diferencia Absoluta | Diferencia Absoluta Ord | Ran go | Rango + | Rang o - |
|---------|------------|-------------|---------------|------------|------------------------|----------------------------|-----------|------------|-------------|
| 1 | 1,5 | 1,75 | - 0,2 5 | - 0,55 | 0,55 | 0,05 | 1,5 | 1,5 | |

Diseño de pruebas digitales que mejoran el desempeño académico en matemáticas en estudiantes de bachillerato.

| Pa r | onli ne | impre so | di | di - do | Diferencia Absoluta | Diferencia Absoluta Ord | Ran go | Rango + | Rang o - |
|---------|------------|-------------|---------------|------------|------------------------|----------------------------|----------------|------------|-------------|
| 2 | 2,5 | 2,25 | 0,2 5 | - 0,05 | 0,05 | 0,05 | 1,5 | 1,5 | |
| 3 | 1,5 | 3,25 | - 1,7 5 | - 2,05 | 2,05 | 0,2 | 2,5 | 2,5 | |
| 4 | 2 | 1,5 | 0,5 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 2,5 | | 2,5 |
| 5 | 0 | 2,75 | - 2,7 5 | - 3,05 | 3,05 | 0,45 | 3 | 3 | |
| 6 | 0,5 | 1,75 | - 1,2 5 | - 1,55 | 1,55 | 0,55 | 3,5 | 3,5 | |
| 7 | 2 | 2,5 | -0,5 | -0,8 | 0,8 | 0,55 | 3,5 | 3,5 | |
| 8 | 1 | 1,75 | - 0,7 5 | - 1,05 | 1,05 | 0,7 | 4 | 4 | |
| 9 | 1 | 2,25 | - 1,2 5 | - 1,55 | 1,55 | 0,8 | 5 | 5 | |
| 10 | 0,5 | 2 | -1,5 | -1,8 | 1,8 | 1,05 | 6,5 | 6,5 | |
| 11 | 1 | 2,75 | - 1,7 5 | - 2,05 | 2,05 | 1,05 | 6,5 | 6,5 | |
| 12 | 1 | 2 | -1 | -1,3 | 1,3 | 1,3 | 7 | 7 | |
| 13 | 1 | 2,75 | - 1,7 5 | - 2,05 | 2,05 | 1,55 | 8,5 | 8,5 | |
| 14 | 2 | 2,75 | - 0,7 5 | - 1,05 | 1,05 | 1,55 | 8,5 | 8,5 | |
| 15 | 2 | 1,5 | 0,5 | 0,2 | 0,2 | 1,8 | 9 | | 9 |
| 16 | 0,5 | 3,25 | - 2,7 5 | - 3,05 | 3,05 | 2,05 | 11 | 11 | |
| 17 | 1,5 | 1,75 | - 0,2 5 | - 0,55 | 0,55 | 2,05 | 11 | 11 | |
| 18 | 1,5 | 1,25 | 0,2 5 | - 0,05 | 0,05 | 2,05 | 11 | 11 | |
| 19 | 3 | 2 | 1 | 0,7 | 0,7 | 3,05 | 12,5 | | 12,5 |
| 20 | 2,5 | 1,75 | 0,7 5 | 0,45 | 0,45 | 3,05 | 12,5 | | 12,5 |
| | | | | | | | W ⁺ | 94,5 | |
| | | | | | | | W ⁻ | 36,5 | |

(Instituto Tecnológico de Chihuahua s.f.) (Tafolla Juárez 2012)

Regla de decisión:

Diseño de pruebas digitales que mejoran el desempeño académico en matemáticas en estudiantes de bachillerato.

Para $n = 20$ la tabla muestra que la región crítica es $W^- = 60$
 Por lo que $W = 36,5$

Como 36,5 es menor que 60 se rechaza H_0 y se concluye con $\alpha = 0,05$ que las pruebas online, en promedio, no aumentan las calificaciones de los estudiantes de grado 10 – 5 de la Institución Educativa Sagrada Familia en 3 décimas. (Instituto Tecnológico de Minatitlán 2011)

Análisis Grado 10 – 5 Prueba bilateral

$H_0: \mu_1 = \mu_2$

$H_0: \mu_1 \neq \mu_2$

| par | online | impreso | Diferencia | Diferencia Absoluta | Diferencia Absoluta Ord | Rango | Rango + | Rango - |
|-----|--------|---------|------------|---------------------|-------------------------|-------|---------|---------|
| 1 | 1,5 | 1,75 | -0,25 | 0,25 | 0,25 | 2,5 | 2,5 | |
| 2 | 2,5 | 2,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 2,5 | | 2,5 |
| 3 | 1,5 | 3,25 | -1,75 | 1,75 | 0,25 | 2,5 | 2,5 | |
| 4 | 2 | 1,5 | 0,5 | 0,5 | 0,25 | 2,5 | | 2,5 |
| 5 | 0 | 2,75 | -2,75 | 2,75 | 0,5 | 4 | 4 | |
| 6 | 0,5 | 1,75 | -1,25 | 1,25 | 0,5 | 4 | 4 | |
| 7 | 2 | 2,5 | -0,5 | 0,5 | 0,5 | 4 | 4 | |
| 8 | 1 | 1,75 | -0,75 | 0,75 | 0,75 | 6 | 6 | |
| 9 | 1 | 2,25 | -1,25 | 1,25 | 0,75 | 6 | 6 | |
| 10 | 0,5 | 2 | -1,5 | 1,5 | 0,75 | 6 | 6 | |
| 11 | 1 | 2,75 | -1,75 | 1,75 | 1 | 7,5 | 7,5 | |
| 12 | 1 | 2 | -1 | 1 | 1 | 7,5 | 7,5 | |
| 13 | 1 | 2,75 | -1,75 | 1,75 | 1,25 | 8,5 | 8,5 | |
| 14 | 2 | 2,75 | -0,75 | 0,75 | 1,25 | 8,5 | 8,5 | |
| 15 | 2 | 1,5 | 0,5 | 0,5 | 1,5 | 9 | | 9 |
| 16 | 0,5 | 3,25 | -2,75 | 2,75 | 1,75 | 11 | 11 | |
| 17 | 1,5 | 1,75 | -0,25 | 0,25 | 1,75 | 11 | 11 | |
| 18 | 1,5 | 1,25 | 0,25 | 0,25 | 1,75 | 11 | | 11 |
| 19 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2,75 | 12,5 | | 12,5 |

Diseño de pruebas digitales que mejoran el desempeño académico en matemáticas en estudiantes de bachillerato.

| par | online | impreso | Diferencia | Diferencia Absoluta | Diferencia Absoluta Ord | Rango | Rango + | Rango - |
|-----|--------|---------|------------|---------------------|-------------------------|----------------|---------|---------|
| 20 | 2,5 | 1,75 | 0,75 | 0,75 | 2,75 | 12,5 | | 12,5 |
| | | | | | | W ⁺ | 89 | |
| | | | | | | W ⁻ | 50 | |

Regla de decisión:
(Fuentes Morales s.f.)

Para $n = 20$ la tabla muestra que la región crítica es $W^- = 60$
Por lo que $W = 50$

Como 50 es menor que 60 se rechaza H_0 y se concluye que con una $\alpha = 0.05$ que las pruebas online y las pruebas en formato impreso muestran resultados diferentes.

Bibliografía

- Castro García, Félix. «Estadística no paramétrica.» mayo de 2012.
<http://www.slideshare.net/FELIXCastroGarcia/unidad-v-estadstica-no-paramtrica> (último acceso: 9 de diciembre de 2015).
- Flores Arias, Sara Lizbeth, y Nahúm Rabanales Santos. «Universidad Nacional Autónoma de México.» *Herramientas Matemáticas para la Ingeniería Ambiental*. noviembre de 2012.
<http://www.estadisticafi.unam.mx/point/11.pdf> (último acceso: 12 de diciembre de 2015).
- Flores Seefoó, Claudi, Ramón Reyes Carreto, y Flaviano Godínez Jaimes. «Factores que afectan el logro académico en matemáticas en estudiantes de.» *Foro de Estudios sobre Guerrero*, 2014: 1 - 4.
- Fuentes Morales, José Alexaánder. «Estadística II.» s.f.
https://issuu.com/alexanderfuentesmorales/docs/estadistica_ii_-_alexander_fuentes_2b5d23fc871cce/198 (último acceso: 16 de octubre de 2015).
- Fundación Encuentro. *IX Encuentro sobre Evaluaciones Externas*. 06 de noviembre de 2015. <http://www.fund->

Diseño de pruebas digitales que mejoran el desempeño académico en matemáticas en estudiantes de bachillerato.

encuentro.org/noticias/noticias.php?idnot=261 (último acceso: 06 de diciembre de 2016).

Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. «EL DERECHO A UNA EDUCACIÓN DE CALIDAD.» 2014.
<https://es.scribd.com/doc/292320870/Derecho-a-una-Educacion-de-Calidad>
 (último acceso: 12 de abril de 2015).

Instituto Tecnológico de Chihuahua. s.f.
<http://virtual.uptc.edu.co/ova/estadistica/docs/libros/estadistica1/cap04d.html>
 I (último acceso: 23 de noviembre de 2015).

Instituto Tecnológico de Minatitlán. «Sistema de Apoyo Didactico Para el Autoaprendizaje.» 8 de julio de 2011.
<http://blearning.itmina.edu.mx/dep/sada/carreras/Licenciatura%20en%20Administracion/3er%20Semestre/Estadistica%20Administrativa/ESTADISTICA%20ADMNISTRATIVA%202.doc> (último acceso: 16 de noviembre de 2015).

Martínez Rizo, Felipe. «¿Aprobar o reprobar? el sentido de la evaluación en educación básica.» *Revista mexicana de investigación educativa, octubre diciembre*, 2004: 817-839.

Martínez Valdés, José Alfredo. «Análisis de la estructura del cuestionario digital para grado décimo.» 12 de noviembre de 2015.
<http://sagradafamiliapalmira.edu.co/textos/apendice1.pd>.

—. «Analizando Ecuaciones de primer grado en GeoGebra.» 26 de marzo de 2016. <http://www.geogebra.org/m/2996907> (último acceso: 26 de marzo de 2016).

—. «Desempeño de estudiantes en pruebas en papel.» 12 de noviembre de 2015.
<http://sagradafamiliapalmira.edu.co/textos/apendice14.pdf> (último acceso: 05 de diciembre de 2015).

—. «Prueba Wilcoxon.» 23 de noviembre de 2015.
<http://sagradafamiliapalmira.edu.co/textos/apendice13.pdf> (último acceso: 08 de diciembre de 2015).

MEN. «Guía para el mejoramiento institucional DE LA AUTOEVALUACIÓN AL PLAN DE MEJORAMIENTO.» 03 de diciembre de 2008.
http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-177745_archivo_pdf.pdf.

Ministerio de Educación Cultura y Deporte. «PISA 2012 Programa para la evaluación internacional de los alumnos Informe español. Resultados y contexto.» 2014. <https://goo.gl/wueSWr> (último acceso: 30 de noviembre de 2015).

Diseño de pruebas digitales que mejoran el desempeño académico en matemáticas en estudiantes de bachillerato.

- Ministerio de Educación Nacional de Colombia. «Derechos Básicos de Aprendizajes.» *Grado 10*. 2016.
http://www.colombiaaprende.edu.co/html/micrositios/1752/articles-349446_m_g10.pdf (último acceso: 15 de abril de 2016).
- . «Excelencia 2015.» *Institución Educativa Sagrada Familia*. 12 de abril de 2015.
http://diae.mineducacion.gov.co/dia_e/documentos/176520000454.pdf
(último acceso: 19 de abril de 2016).
- . «Reporte de Excelencia 2016.» *Institución Educativa Sagrada Familia*. 13 de abril de 2016.
http://diae.mineducacion.gov.co/dia_e/documentos/2016/176520000454.pdf
(último acceso: 19 de abril de 2016).
- Morales Ceron, Ángel Floriberto. «Colección de Tesis Digitales Universidad de las Américas Puebla.» *Elaboración y validación de una serie de instrumentos para medir la habilidad de pensamiento crítico científico en alumnos de educación primaria*. s.f.
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/mce/morales_c_af/capitulo4.pdf (último acceso: 14 de diciembre de 2015).
- Redacción Blue Radio. «¡No más papel! Ahora las Pruebas Saber del Icfes se realizarán de forma digital.» 25 de marzo de 2015. <http://goo.gl/jizvo7>
(último acceso: 28 de noviembre de 2015).
- Sánchez Ortiz, Alfredo. «eumed.net.» *EVALUAR CONTEXTOS PARA ENTENDER EL PROCESO DEL APRENDIZAJE*. 2011.
<http://www.eumed.net/libros-gratis/2011d/1021/reprobacion.html> (último acceso: 25 de noviembre de 2015).
- Tafolla Juárez, Jesús. «Prueba de Wilcoxon.» 4 de junio de 2012.
<http://chuytafollita1.blogspot.com.co/> (último acceso: 10 de noviembre de 2015).
- Vázquez Cano, Esteban. «Análisis y evaluación de la didáctica con base en lectura.» *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 2013: 61 - 76.
- . «Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa.» 16 de diciembre de 2013.
<http://www.rinace.net/riee/numeros/vol5-num3/art04.pdf> (último acceso: 26 de marzo de 2016).