

Actitudes de los estudiantes frente a un material hipermedial para el aprendizaje de la matemática: un estudio de caso

Laura S. del Río¹; Cecilia V. Sanz²; Néstor D. Búcarí³

¹ IMApEC – Dto. de Ciencias Básicas - Facultad de Ingeniería – UNLP

² Instituto de Investigación en Informática LIDI - Facultad de Informática - UNLP

³ Dto. de Ciencias Básicas - Facultad de Ingeniería – UNLP

laura.delrio@ing.unlp.edu.ar; csanz@lidi.info.unlp.edu.ar; nbucari@gmail.com

Resumen

El presente trabajo se enmarca en una investigación que se está llevando a cabo acerca de la utilización de Materiales Didácticos Hipermediales (MDH) para la enseñanza de la Matemática en la Universidad. Se realizó un estudio de caso que implicó el diseño de un MDH y su implementación en un curso de Matemática dirigido a estudiantes de primer año de una Facultad de Ingeniería. Se indagó acerca de las variables que pueden incidir en que los estudiantes manifiesten una actitud negativa, positiva o indiferente y acerca de cuáles son las razones por las cuales valoran de uno u otro modo un MDH. En este trabajo, se presentan algunos de los resultados obtenidos en relación a las actitudes de los estudiantes frente al uso de este MDH.

Palabras clave: Material Didáctico Hipermediales, Enseñanza de la Matemática, Actitudes, TIC y Educación.

1. Introducción

La utilización de Materiales Didácticos Hipermediales (MDH) proporciona múltiples posibilidades para la enseñanza y el aprendizaje. Por ejemplo, Brescó *et al.* subrayan que los elementos multimedia y la posibilidad de la interactividad en los entornos hipermedia favorecen la atención a los distintos estilos de aprendizaje existentes [1]. Por su parte, Cabero sostiene que “una de las grandes características de las TIC radica en su capacidad para ofrecer una presentación multimedia, donde utilizemos una diversidad de símbolos, tanto de forma individual como conjunta para la elaboración de los mensajes: imágenes estáticas, imágenes en movimiento, imágenes tridimensionales, sonidos, etc.” [2]. Armenteros Gallardo sostiene que: “Desde un

punto de vista educativo, lo fundamental del hipermedia es que ofrece una red de conocimiento interconectado que permite al estudiante moverse por rutas o itinerarios no secuenciales”, y propicia así un aprendizaje que se opone al aprendizaje dirigido [3].

Pero más allá de las posibilidades que potencialmente ofrecen estos MDH, su sola integración en los procesos educativos no resuelve los problemas de la enseñanza y el aprendizaje. Existen condiciones para que pueda sacarse provecho de ellos, como la planificación de su integración, la claridad en los objetivos perseguidos, la actitud de los docentes y alumnos frente al uso de estas tecnologías, etc. “Una actitud es una predisposición aprendida para responder coherentemente de una manera favorable o desfavorable ante un objeto, ser vivo, actividad, concepto, persona o sus símbolos” [4]. La medida de las actitudes en investigación educativa es importante ya que “las actitudes están relacionadas con el comportamiento que mantenemos en torno a los objetos a que hacen referencia” [4].

En este artículo, se comparten los resultados que se desprenden de un estudio de caso realizado a partir de una experiencia de integración de un MDH diseñado para un curso de Matemática de primer año de una Facultad de Ingeniería. Esta experiencia permitió observar diferentes actitudes de los estudiantes frente al uso de estos materiales y obtener algunas conclusiones acerca de las razones por las cuáles los valoran positiva o negativamente, y qué características de los alumnos tienen incidencia significativa en la aceptación o no de estos.

El resto del artículo se organiza de la siguiente manera: en la sección 2, se presenta el contexto donde se desarrolló la experiencia

áulica; en la sección 3, se comentan las características del MDH desarrollado; en la sección 4, se presenta la metodología utilizada para la evaluación del impacto del MDH; en la sección 5, se muestran los resultados en relación a las actitudes manifestadas por los estudiantes y las valoraciones que ellos hacen de los distintos aspectos del material; y por último, en la sección 6, se exponen las conclusiones que se desprenden del análisis de los resultados.

2. Contexto de desarrollo del estudio de caso.

La experiencia se desarrolló en el marco de la Cátedra Matemática A de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata.

La metodología de enseñanza implementada en esta Cátedra parte de un cuestionamiento al modelo tradicional. Las tradicionales aulas tipo anfiteatro o con pupitres individuales fueron reemplazadas por aulas planas, muñidas de mesas grandes en las que puedan sentarse grupos de 8 a 10 alumnos, favoreciendo el intercambio entre pares durante las clases. El centro del aula se corrió del pizarrón a las mesas, en las cuales los alumnos trabajan orientados con una guía de trabajo teórico-práctica, y asistidos por un equipo de cuatro docentes. En este contexto, se concibe a todos los alumnos como sujetos capaces de aprender la materia, lo cual posiciona al docente en una búsqueda permanente de medios y ayudas adecuadas para aportar a la consecución de tal objetivo. Las actividades propuestas a los alumnos en clase “parten de conceptos e ideas conocidos por el estudiante que lo inviten a involucrarse en el proceso de enseñanza y aprendizaje” [5]. Los alumnos cuentan, además, con una biblioteca en el aula y una PC por mesa con *software* matemático instalado. Este tipo de programas son muy importantes para la formación del ingeniero, pero dado el ritmo intenso de la cursada y la dificultad que reviste la utilización de los clásicos Sistemas de Cálculo Simbólico (CAS), la integración de estos recursos se dificulta. Es por esto que

se pensó una estrategia para acercar a los estudiantes a estas herramientas que se basó en: 1) el cambio en el uso del *software* propuesto (Maple), por uno más sencillo e intuitivo (GeoGebra) que además propicie una actividad exploratoria por parte de los alumnos y sirva de instrumento para la construcción de conocimientos matemáticos; 2) la integración de contenidos y actividades en un único documento hipermedial, de manera tal de enriquecer el material original con otros lenguajes, además del textual y de las imágenes estáticas; 3) a partir de estas decisiones, diseñar el MDH de manera tal que el aprendizaje del uso del programa se pueda lograr en forma paralela al desarrollo de los contenidos [6].

3. Material Didáctico Hipermedial desarrollado

Las características del MDH diseñado para la experiencia pueden encontrarse en forma detallada en [7]. Se trata de una versión digital de la guía teórico-práctica original (en soporte impreso) desarrollada por docentes de Matemática A, en la que se tratan los temas: vectores (introducción y operaciones elementales), rectas en el espacio y planos.

Los recursos hipermediales incorporados en esta versión fueron: animaciones, imágenes 3D para observar con gafas anáglifo, *applets* interactivos desarrollados con GeoGebra, hipervínculos para la navegación del MDH, y actividades con retroalimentación. Algunas de las actividades propuestas en el material impreso original fueron modificadas para poder realizarlas mediante una construcción en GeoGebra, mientras que otras fueron conservadas tal como estaban, para que los alumnos tengan también la oportunidad de practicar utilizando lápiz y papel.

4. Metodología para la evaluación del impacto del MDH

El alcance del estudio realizado es descriptivo. Se triangulan métodos cuantitativos y cualitativos a fin de no descuidar los distintos aspectos que influyen en una realidad compleja como es el contexto educativo [8].

Antes de comenzar la experiencia en el aula,

se realizó una encuesta a seis comisiones de Matemática A. Tres de ellas utilizaron luego el MDH diseñado (grupos de la *experiencia*, que suman un total de 178 alumnos) y las otras tres se consideran para contraste (grupos *control*, con un total de 188 alumnos). La encuesta inicial persigue dos finalidades: 1) tener un control sobre las variables de entrada (actitudes de los alumnos hacia las matemáticas y hacia el uso de las TIC como mediadoras del aprendizaje, conocimientos previos sobre el *software* GeoGebra, entre otras características de los alumnos); y 2) contrastar dichas variables al finalizar la experiencia a fin de evidenciar si hubo cambios o no sobre las mismas (en uno u otro sentido). Para este segundo objetivo, una vez finalizada la experiencia, se realizó una segunda encuesta.

Durante la experiencia, se realizó también una observación participante del trabajo de los alumnos con el material diseñado.

Por último, se entrevistó a los docentes de las tres comisiones que utilizaron el MDH a fin de lograr una mejor comprensión de las observaciones durante la experiencia y lo respondido por los alumnos.

En este trabajo, se presenta centralmente el análisis realizado acerca de las actitudes de los estudiantes y sus valoraciones respecto del MDH. Se analizan las variaciones de las actitudes relacionadas con el estudio de los temas abordados tanto en los grupos *control* como en los grupos de la *experiencia*. También se analiza si las distintas valoraciones (positiva, negativa o indiferente) que los alumnos manifestaron respecto del estudio con el MDH se correlacionan con alguna de las características detectadas inicialmente en los alumnos.

4.1. Las encuestas

La encuesta inicial constó de tres partes. La primera, busca caracterizar a los alumnos a fin de verificar si los grupos son homogéneos en cuanto a edades, género, nacionalidad, escuela de procedencia (pública-privada y orientación elegida en el secundario) y en caso de no serlo, tener en cuenta estas diferencias a la hora de analizar el impacto del material en

vinculación con la actitud de los estudiantes. La segunda parte apunta a conocer en qué medida los alumnos tienen acceso a artefactos digitales y qué usos hacen de los mismos. Para confeccionar esta parte del cuestionario, se tuvo en cuenta como antecedente la encuesta sobre hábitos digitales que se realiza a alumnos de la Facultad de Informática de la UNLP [9].

La tercera parte tiene por objetivo medir las actitudes de los estudiantes hacia: 1) el uso de las TIC para la enseñanza y el aprendizaje, 2) las matemáticas y 3) hacia el uso de TIC para el aprendizaje de las matemáticas en particular. Esta medición se realiza con un doble objetivo: por un lado, continuar la caracterización del alumno que permita, al finalizar la experiencia, encontrar causas posibles para las diferencias observadas en la valoración que hacen de la misma; por el otro, analizar si estas actitudes varían o no antes y después de realizar la experiencia.

Se utilizó para la medición de las actitudes un escalamiento de Likert, el cual “consiste en un conjunto de ítems presentados en forma de afirmaciones o juicios, ante los cuales se pide la reacción de los participantes. Es decir, se presenta cada afirmación y se solicita al sujeto que exprese su reacción eligiendo uno de los cinco puntos o categorías de la escala” [4]. Luego las puntuaciones se suman, razón por la cual se dice que esta escala es aditiva.

Las afirmaciones incluidas en este cuestionario para cuantificar la actitud hacia las TIC se realizaron tomando como referencia el trabajo [10]. Para las actitudes hacia las matemáticas se utilizó como referencia la Escala de actitudes hacia las matemáticas de la Universidad del Pacífico [11].

La encuesta final constó de 2 partes. Se realizó dos semanas después de finalizada la experiencia áulica. La primera parte fue igual para todos los grupos, y fue idéntica a la tercera parte de la encuesta inicial.

En la segunda parte se preguntó a los alumnos si los temas de la unidad trabajada les resultaron *más fáciles*, *más difíciles* o de *igual orden de dificultad* que los temas abordados

en las unidades anteriores de la materia. El objetivo de hacer esta pregunta a ambos grupos es ver si existen diferencias en cuanto a la apreciación de estas dificultades entre los que trabajaron con el MDH y los que trabajaron con el material convencional.

Para los grupos de la *experiencia* también se incluyeron preguntas para que los alumnos evalúen la versión digital del material en sus distintos aspectos. Para la confección de esta parte del cuestionario, se tomaron como referencia los trabajos [12] y [13].

También se incluyen algunas preguntas abiertas con el fin de lograr una mejor comprensión de la experiencia con el MDH en el aula: se solicita a los alumnos que mencionen un aspecto positivo y un aspecto negativo del material utilizado.

4.2. Metodología para el análisis de las encuestas

Como ya se mencionó, se utilizó un cuestionario con preguntas tipo Lickert y se asignó a cada alumno un valor que representa su actitud. El nivel de medición de esta variable es ordinal, por lo cual para establecer diferencias entre los distintos grupos, se recurrió a la *prueba-U* de Mann Whitney. Esta es una prueba no paramétrica que “consiste en comparar cada individuo del primer grupo con cada individuo del segundo grupo, registrándose cuántas veces sale favorecido en esa comparación. Basándose en ese recuento se construye una medida que es la que se contrasta para ver si la diferencia con el resultado esperado, en el caso de que hubiera diferencias entre los grupos, puede o no ser atribuido al azar” [14]. Si no hubiera diferencias entre ambos grupos, lo esperable sería que alrededor del 50% de las comparaciones dieran favorables para un grupo y el otro 50%, favorables para el otro. “Es una de las pruebas no paramétricas más poderosas y constituye la alternativa más útil a la prueba paramétrica *t* cuando el investigador desea evitar las suposiciones que ésta exige o si la medición en la investigación es más vaga que la escala de intervalo” [15]. La prueba se aplica a muestras de dos

poblaciones A y B. La hipótesis nula es que A y B tienen la misma distribución.

Para analizar variaciones en las actitudes, se utilizó la prueba de Wilcoxon (*matched paired test*), que se aplica para comparar dos grupos de mediciones apareadas de un nivel de medición intervalar u ordinal [15]. En el presente caso, se consideraron las medidas de las actitudes de los alumnos antes (A) y después (B) de la experiencia, tanto en el caso de los grupos de la *experiencia* como en el de los grupos *control*.

En todos los casos, se realizaron los test estadísticos utilizando el programa *Prism 5.0* para *Windows*.

Por último, para evaluar si alguna variable de entrada tuvo correlación con la valoración que se hizo finalmente del MDH, se separó a las unidades de análisis en grupos que tuvieran el mismo valor en la variable a considerar (o que estuvieran dentro de un intervalo dado) y se analizó la distribución de estas respuestas dentro de cada uno de esos grupos. En caso de encontrar diferencias significativas en las distribuciones, se concluye que la variable incide en la valoración.

5. Resultados

5.1. Valoración global de la experiencia y del MDH

En la encuesta final realizada a los grupos de la *experiencia* se incluyó la siguiente pregunta: “¿En forma global, la experiencia de haber utilizado el material digital ¿te resultó **positiva**, **negativa** o **indistinta**?”. Las respuestas a esta pregunta se sintetizan en la Figura 10.

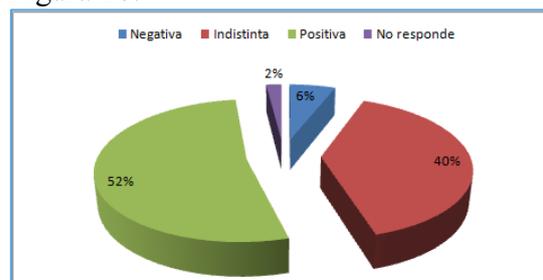


Figura 10 – Valoración global de la experiencia por parte de los estudiantes.

Si bien la experiencia resultó mayoritariamente positiva, no lo fue en la medida esperada. A continuación, se realiza

un análisis sobre cuáles pueden ser las características de los sujetos que pueden haber incidido en su valoración de la experiencia, y cómo afectó la utilización del MDH a sus actitudes.

5.2. Actitudes de entrada

Se desprende de los datos de la encuesta inicial que los grupos *experiencia* y *control* no presentan diferencias significativas en cuanto a sus actitudes de entrada hacia el uso de TIC como mediadoras del aprendizaje, ni hacia el aprendizaje de las matemáticas utilizando TIC (los p-valores arrojados por la *prueba-U* resultan mayores a 0.05). Si presentan diferencias estadísticamente significativas en cuanto a su actitud hacia las matemáticas: la actitud del grupo *experiencia* resultó ser más positiva que la del grupo *control* (p-valor < 0.0001). En la Figura 11 se muestran los diagramas de caja para ambos grupos.

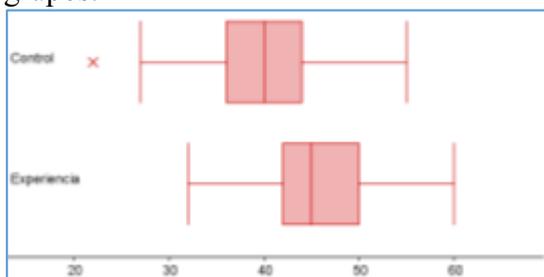


Figura 11 – Diferencia inicial de actitudes hacia las matemáticas entre los grupos *experiencia* y *control*.

Esta diferencia será tenida en cuenta como posible variable de atención a la hora de interpretar los resultados.

5.3. Variaciones de las actitudes

Para analizar las variaciones de las actitudes, se aplicó el test de Wilcoxon. Para el grupo *control*, no se registraron diferencias significativas entre su actitud hacia las TIC antes y después del desarrollo de la unidad. (p-valor=0.145). Para el grupo *experiencia*, sí se encontró un descenso leve (ver Figura 12), pero estadísticamente significativo en su actitud hacia las TIC, (p-valor=0.0012).

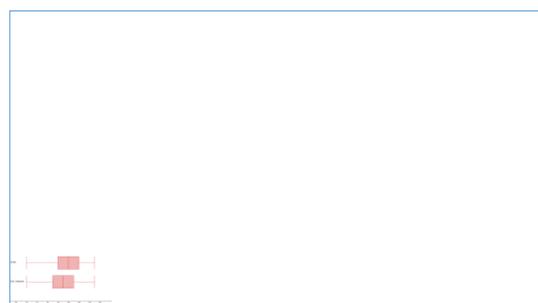


Figura 12 – Variación de la actitud del grupo *experiencia* frente al aprendizaje mediado por TIC. La mediana cae de 20 a 19 (la escala va de 5 a 25).

La actitud hacia las matemáticas experimentó un leve, pero significativo, descenso en ambos grupos, como se muestra en la Figura 13 y en la Figura 14 (para el grupo *control* p-valor=0.0137 y para el grupo *experiencia* 0.0373).

Por último, en cuanto a la actitud hacia el aprendizaje de las matemáticas utilizando TIC, la variación de esta actitud, para el grupo *control* registró un aumento (p-valor 0.0337) y en el caso del grupo *experiencia*, no se registran diferencias significativas (p-valor 0.7266).

Como conclusión acerca del análisis de las actitudes, se puede afirmar que la experiencia no fue altamente positiva en este sentido. Sin embargo, los alumnos sí remiten aspectos positivos del trabajo con el material digital involucrado, pero existen variables adicionales que se vinculan con la estrategia de uso y el contexto que deben ser atendidas y que la investigación ha permitido conocer que influyen en el aprovechamiento real del material para el aprendizaje.

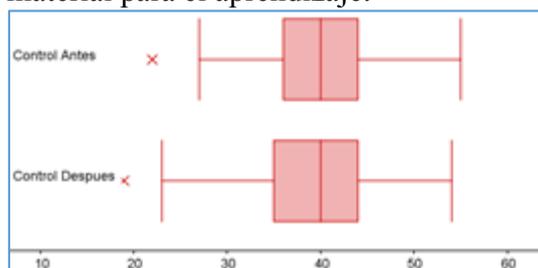


Figura 13 – Descenso en la actitud hacia las matemáticas de los alumnos del grupo *control*.

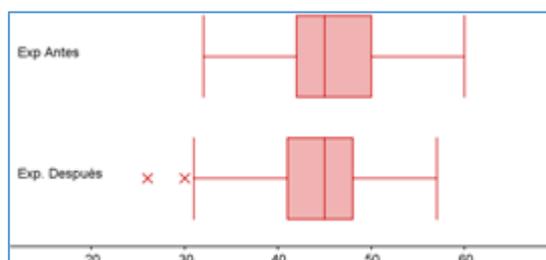


Figura 14 - Descenso en la actitud hacia las matemáticas de los alumnos del grupo de la experiencia.

5.4. Aspectos positivos y negativos del MDH identificados por los alumnos

El análisis cualitativo de los aspectos positivos y negativos del MDH identificados por los alumnos del grupo experiencia fueron presentados ya en [7].

Los aspectos positivos mayormente señalados fueron: 1) la **posibilidad de visualizar los conceptos, mediante gráficos y animaciones**, en especial en R^3 ; 2) la **posibilidad de poder corroborar con GeoGebra** los ejercicios realizados a mano; 3) algunos alumnos mencionaron que les ayudó a comprender el tema, o que les facilitó, pero no explicitaron cómo o por qué les parece que los ayudó.

En cuanto a los **aspectos negativos**, uno de los más mencionados fue el **tiempo adicional que les demandó** el uso del material digital: existió la sensación de que se fue más lento que con la forma de trabajo tradicional, algunos asociaron esta lentitud a la necesidad de compartir la computadora y no poder ir al ritmo propio, teniendo que adecuarse al ritmo de otros compañeros y otros mencionaron que fueron más lento por tener que aprender a la vez el uso del programa GeoGebra y los temas de la materia. Sin embargo, el desarrollo de la unidad no tomó a los grupos de la *experiencia* más tiempo (en cantidad de clases) que las previstas por los cronogramas de la cátedra. Con lo cual, esto es una cuestión subjetiva de los alumnos que se debe analizar con más profundidad para futuras implementaciones de la experiencia.

Otros aspectos negativos señalados fueron: **cuestiones relacionadas con la logística de la experiencia**, tales como que la **cantidad de computadoras** en el aula fue insuficiente, a la incomodidad ocasionada por **tener que**

acarrear la computadora (hasta la Facultad todos los días, o ir a retirar las del Departamento de Ciencias Básicas); algunos alumnos expresaron que es necesario contar con más explicación, o disponer de más cantidad de ejemplos en el material, o cuestionaron que las explicaciones se den “después de los ejercicios”. Esta última crítica no es específica del MDH, sino de la estrategia general de la Cátedra.

Otro grupo mencionó cuestiones como el hecho de que el aprendizaje con la computadora podría ser un obstáculo luego a la hora de resolver el parcial ya que no se resuelve de igual forma en el parcial que lo que se hace con GeoGebra. A continuación, se transcriben a modo de ejemplo algunos de estos comentarios:

- “*un mal aspecto es que practicar mucho o hacer muchos ejercicios en GeoGebra resta práctica para los parciales*”.
- “*no exige mucho de lo analítico que es lo que en realidad importa*”.
- “*es que si nos acostumbramos a hacerlo todo por ahí a la hora de la evaluación no vamos a poder hacerlo, por ende alguien que solo utiliza la computadora no sabrá cómo realizar los gráficos*”.

Algunos de estos comentarios reflejan un perfil de alumno preocupado por la aprobación del parcial en sí, más allá de los aprendizajes que se pueden adquirir en la clase. También revelan creencias acerca de lo que se espera en el parcial, como por ejemplo que se valora más lo analítico que lo gráfico. Tales creencias deben ser abordadas, y es un resultado interesante obtenido en la investigación, ya que la vinculación entre las diferentes representaciones no es reconocida por los alumnos como un conocimiento valioso. Sin embargo, sí lo es para los docentes porque, tal como lo explica Duval en [16], la actividad matemática implica la articulación de diversos registros de representación y la ausencia de tal articulación supone el riesgo de confundir la representación con el objeto matemático en sí, lo cual sería un signo de no haber logrado una comprensión conceptual que permita la

transferencia de los saberes adquiridos a nuevos contextos.

Otro grupo manifestó que no encontraba ningún aspecto negativo en relación a la experiencia, ni al material, y otros mencionaron que el trabajo con la computadora les representaba una “distracción” o que les resultaba incómodo trabajar con la computadora, o disconformidades genéricas tales como: “prefiero hacer los ejercicios en una hoja”.

5.5. ¿El MDH facilitó el aprendizaje de la unidad 6?

En la encuesta final, tanto para los alumnos del grupo de la *experiencia* como para los del grupo *control*, se incluyó la siguiente pregunta cerrada:

Los temas vistos durante el transcurso de esta unidad, en comparación con los correspondientes a las unidades anteriores, te resultaron: Más fáciles; De igual orden de dificultad; Más difíciles.

En el gráfico de la Figura 15 se muestra la distribución de las respuestas para cada uno de los grupos.

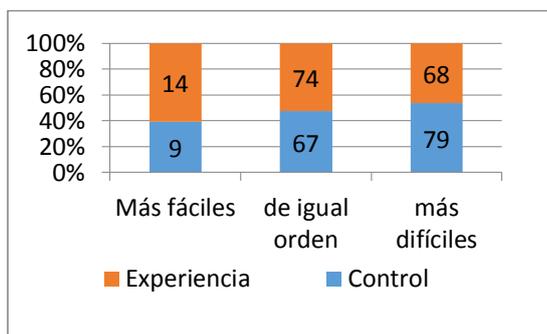


Figura 15 Respuestas de los alumnos de cada grupo (experiencia y control) al preguntarles si los temas de la unidad trabajada les resultaron más fáciles, más difíciles o de igual orden de dificultad que los temas trabajados con anterioridad.

Para saber si las diferencias observadas (que parecerían indicar que le resultó más fácil el tema a los alumnos del grupo de la experiencia) son estadísticamente significativas se realizó la *prueba-U* y el p-valor obtenido fue de 0.0920. Lo que indica que la diferencia no es estadísticamente significativa.

5.6. Variables que correlacionan con la

valoración final de la experiencia.

Por otra parte, se analizó si alguna de las siguientes variables correlaciona con la valoración final de la experiencia: 1) actitudes de entrada, en las tres categorías medidas; 2) la nota obtenida en el primer parcial (tomado antes de la realización de la experiencia); 3) experiencia previa con relación al uso del *software* GeoGebra.

Se encontró que las actitudes de entrada no correlacionan en forma significativa con la valoración realizada de la experiencia. En cambio, las otras dos variables analizadas sí parecen incidir en la misma.

De acuerdo con la nota obtenida en el primer parcial, se separó a las unidades de análisis en las siguientes categorías: 1) Desaprobados y Ausentes; 2) Aprobados con nota menor a 7; y 3) Aprobados con nota mayor o igual a 7. La distribución de las valoraciones dentro de cada grupo se muestra en la Figura 16.

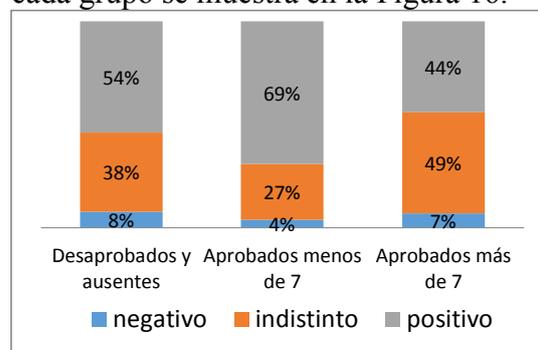


Figura 16 Distribución de las valoraciones respecto del material y de la experiencia dentro de grupos separados según la nota obtenida en el 1er parcial.

Una hipótesis posible frente a este resultado es que los alumnos que resultaron desaprobados en el primer parcial entraron a la experiencia con algún grado de desánimo que no les permitió sacar provecho de la misma, mientras que aquellos que aprobaron con una muy buena nota, sintieron que ya contaban con una estrategia de trabajo exitosa frente a la materia, y el cambio propuesto les significó una complicación innecesaria. En cambio, al grupo de alumnos que aprobaron, pero con mayores dificultades, la propuesta les resultó un aporte significativo.

Por último, en cuanto a la experiencia previa con el *software* GeoGebra, las unidades de análisis se separaron en dos grupos: 1) los que

utilizaron el programa en la escuela secundaria y 2) los que no lo utilizaron. La distribución de valoraciones dentro de cada grupo se muestra en la Figura 17.

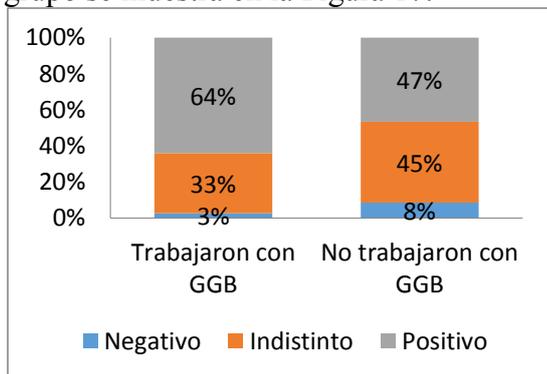


Figura 17 Distribución de las distintas valoraciones respecto del material y de la experiencia dentro de grupos separados según si utilizaron o no GeoGebra en la escuela secundaria.

La *prueba-U* para estos datos arroja un p-valor de 0.0357, lo cual permite concluir que la diferencia entre ambos grupos es estadísticamente significativa, observándose que aquellos alumnos que tenían experiencia previa valoran más positivamente la experiencia.

6. Conclusiones

Puede observarse que los aspectos que los alumnos consideraron como *negativos* tuvieron un mayor impacto que los *positivos* en la variación de sus actitudes. Sin embargo, desde el punto de vista de la didáctica, resultan más importantes los aspectos que han señalado como *positivos*. El hecho de que los alumnos hayan podido articular diferentes registros de representación semiótica durante el proceso de aprendizaje y que hayan logrado apropiarse de una herramienta que les permite decidir por sí mismos si un problema fue resuelto correctamente o no, constituyen aspectos centrales en las competencias de un alumno de ingeniería. En cuanto a la cuestión del tiempo, es posible que los alumnos esperaran que el MDH implicara para ellos una menor carga de trabajo, o un aprendizaje mágico o instantáneo, aspecto que muchas veces se asocia con el uso de las TIC.

Sin embargo, el análisis de la pregunta acerca de las dificultades encontradas frente al desarrollo de la unidad trabajada, sugiere que el MDH facilitó en cierta medida la

articulación del tema con las unidades anteriores (en las que se trabajaron funciones de una sola variable y las gráficas eran bidimensionales) a la nueva unidad (en la que aparece el espacio tridimensional). Pero esto podría haber pasado inadvertido para los alumnos, que no han visto las dificultades de visualizar en el espacio 3D utilizando otros materiales y actividades educativas más tradicionales.

Por último, las variables que incidieron en una mejor aceptación del MDH sugieren que puede resultar beneficioso que los alumnos tengan un mayor acercamiento previo con el programa GeoGebra antes del desarrollo de la experiencia a fin de que esta herramienta no se vuelva un obstáculo. Aunque esto, requiere de estrategias adicionales tales como la creación de un videotutorial explicando los aspectos centrales del uso de GeoGebra. En el curso actual, se está ofreciendo a los estudiantes una *guía de inicio rápido* del programa, específica para los temas abordados en la asignatura. Se espera profundizar esta investigación con un este nuevo grupo de alumnos en los que se trabajará sobre los elementos negativos referenciados por los alumnos de manera tal que se potencien los positivos. Se cree que esta investigación puede ser de interés para docentes que deseen abordar experiencias similares, de manera tal que puedan contemplar estrategias que ayuden a mejorar la actitud de los alumnos frente a la utilización de las TIC en el aprendizaje de matemática.

Bibliografía

- [1] Bescó Baiges, E., Verdú Surroca, N. y Flores i Alarcia, O. *Valoración del estudiantado sobre el uso del material interactivo en materias de la Universidad de Lleida*. EDUTEC, 2012. **42**.
- [2] Cabero Almenara, J., *Los retos de la integración de las TICs en los procesos educativos. Límites y posibilidades*. Revista Perspectiva Educativa. 2010. **49**: p. 32-61.
- [3] Armenteros, M., *Hipermedia y aprendizaje*. Revista Icono 14. 2006. **4**(1): p. 320-330.

- [4] Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, M.d.P. *Metodología de la investigación*. 5ª ed. 2010, México DF: Mc Graw-Hill.
- [5] Bucari, N., Abate, S.M. y Melgarejo, A. *Estructura didáctica e innovación en educación matemática*. Revista Argentina de Enseñanza de la Ingeniería, 2007. **8**(14): p. 17-28.
- [6] Del Río, L., González, A. y Búcarí, N. *La integración de las TIC en las clases de matemática en el nivel universitario: ¿cómo afrontar este desafío?*, en *Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación*, O.E.I., 2014: Bs. As.
- [7] Del Río, L., Bucari, N y Sanz, C.V. *Material Didáctico Hipermedia para la Enseñanza de la Matemática en Carreras de Ingeniería: Inicios de una Investigación*, en *EMCI*, 2015, UTN-SN. p. 507-516.
- [8] Bravin, C. y N. Pievi, *Documento metodológico orientador para la investigación educativa*, 2008, Buenos Aires: Min. de Educ. de la Nación – O.E.I.
- [9] Sanz, C. & Zangara, A. Encuesta generada por la Dirección de Educación a Distancia de la Facultad de Informática de la UNLP. 2013
- [10] Nóbile, C.I., *Procesos de integración de tecnologías de la información y la comunicación en instituciones de educación superior. El caso de la Facultad de Ciencias Económicas de la UNLP.*, en *Facultad de Informática*, 2014, UNLP: La Plata.
- [11] Hurtado Mondoñedo, L., *Validación de una escala de actitudes hacia las matemáticas*. Investigación Educativa, 2011. **15**(28): p. 99-108.
- [12] Pompeya López, V.E., *“Blended Learning”. La importancia de la utilización de diferentes medios en el proceso educativo en Facultad de Ingeniería*, 2008, UNLP: La Plata.
- [13] Martorelli, S., S. Martorelli, y C.V. Sanz, *Evaluación del material educativo Histologi@. Diseño del Plan de Evaluación y primeros resultados de su implementación*. En *IX TE&ET* 2014. p. 239-249.
- [14] Molinero Casares, L.M., ed. *Comparación de un resultado de tipo ordinal entre dos muestras independientes*. 2001, Sociedad Española de Hipertensión - Liga Española para la lucha contra la hipertensión arterial.
- [15] Siegel, S., *Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta*, 1970, México: Editorial Trillas.
- [16] Duval, R., *Un tema crucial en la educación matemática: La habilidad para cambiar el registro de representación semiótica*. La gaceta de la RSME, 2006. **9**(1): p. 143-168.