

Aprendizaje de contenidos de óptica geométrica utilizando software didáctico

Sandra Ansise Chirino¹, Nélica Palma Rodríguez¹,
Gabriel Alfredo Rodríguez¹

¹Laboratorio de Innovación Educativa en Física (LIEF); Departamento de Física. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de San Juan

REVISTA
DE
ENSEÑANZA
DE LA
FÍSICA

E-mail: anchir@unsj.edu.ar

Resumen

El propósito de este trabajo, es valorar la eficacia que tiene el uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICS) en la producción de aprendizajes significativos en las carreras de Ingeniería. Presentamos una estrategia de aprendizaje activo utilizando simulaciones, con el interés de lograr que nuestros alumnos comprendan y aprehendan los conceptos de Óptica Geométrica y de esta forma puedan hacer uso de ellos. Se evaluaron los resultados y se pudo comprobar que la simulación logró mejorar el aprendizaje comprensivo de los temas mencionados anteriormente.

Palabras clave: Aprendizaje activo, Estrategias didácticas, Simulaciones, Óptica geométrica, TICS.

Abstract

The purpose of this paper is to evaluate the effectiveness that has the use of Information and communication technologies (ICT) in the production of meaningful learning in engineering careers. We are introducing a strategy of active learning using simulations, in the interest of ensuring that our students understand and apprehend the concepts of Geometrical Optics and thus can make use of them. The results were evaluated and it was found that the simulation learning achievement better understanding of the issues mentioned above.

Keywords: Active learning, Teaching strategies, Simulations, Geometrical optics, ICT.

I. INTRODUCCIÓN

Los docentes detectamos las dificultades de nuestros alumnos en algunos temas pero además la experiencia vivencial de las clases de consulta proporciona un acercamiento máximo y único entre el esquema mental (red de conocimientos) elaborado hasta ese momento internamente en el estudiante, y el docente. En estas clases, es natural la apertura espontánea y no especuladora de tal esquema (en contraste con lo que frecuentemente sucede en una instancia de examen, donde el alumno transita por un período de tensión psicológica imperante más allá de su rendimiento académico); es el alumno el que impulsa la dinámica de enseñanza-aprendizaje a partir de su intención por evacuar sus dudas en cuanto a los nuevos conocimientos construidos, para alcanzar una auténtica comprensión. En tales circunstancias, el sujeto del aprendizaje aporta variada información (a través de sus gestos corporales, sus descripciones verbales, el detalle de sus gráficos, la secuencia de sus explicaciones, el uso de la terminología específica, ...); y el docente tiene la oportunidad protagonista de reconstruir apropiadamente el sector de la red cognoscitiva con la que opera el alumno –al menos la referida en concreto a los nuevos conocimientos–, y puede detectar la existencia de falencias en dicha red y sus probables causas (al quedar en evidencia relaciones erróneas entre conceptos o falta de vinculación entre los mismos).

II. TRABAJO DE CAMPO: SELECCIÓN DE LOS TEMAS CON DIFICULTADES DE APRENDIZAJE

Es así como, de todas las situaciones y fuentes recientemente descriptas, y mediante el trabajo conjunto de los miembros de la cátedra, combinando sus experiencias individuales se concluyó que existen marcadas falencias en la capacidad de los alumnos para describir y justificar apropiadamente el desarrollo de los fenómenos físicos en distintos temas. Por ejemplo: Ley de Gauss, Asociación serie y paralelo de

capacitores, Análisis de circuitos en corriente continua, Ley de Faraday-Lenz, Análisis de gráficos fasoriales en Corriente Alterna, Formación de imágenes reales y virtuales en espejos y lentes, Marcha de rayos principales, Concepción de los fenómenos de Interferencia y Difracción, Interferencia en lámina delgada, etc.

Se planteará el desarrollo de sólo un tema, debido a que el periodo de tiempo con el que se cuenta para ejecutar este proyecto es limitado, y sólo es posible cubrir todas las etapas del mismo (diseño, desarrollo, prueba frente a los alumnos y evaluación del impacto del nuevo recurso didáctico sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje) para un tema en particular.

El tema elegido para focalizar el desarrollo de la estrategia didáctica es Óptica Geométrica.

Diversas Investigaciones (Cudmani- Salinas- Pesa, 1993), (Salinas, J. Sandoval, J, 1999) han encontrado, que los estudiantes presentan dificultades en la comprensión de los fenómenos ópticos, en especial en la óptica geométrica, entre las causas de dichas dificultades se encuentra, principalmente, la poca conceptualización de los términos de esta parte de la física y la dificultad de relacionar los conceptos con las estructuras formales.

III. SELECCIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE POSIBLES

Estudios sobre didáctica en enseñanza de las ciencias (Furió, C., & Guisasola, J., 2001; Greca y Moreira, 1998, entre otros) muestran la importancia de potenciar el proceso de enseñanza aprendizaje, implementando estrategias que le ayuden al estudiante a superar dichas dificultades, en las que este tome un papel activo en la construcción de su conocimiento, y se logre un mayor acercamiento a la comprensión de los procesos y conceptos que utilizan las diversas ciencias, para dar explicación a determinados hechos. Desde esta perspectiva se busca que el estudiante comprenda, reflexione, analice las situaciones y conceptos de manera consciente y sistemática, permitiendo que “los estudiantes logren compartir significados que les permitan interpretar el mundo desde un punto de vista científico” (Llancaqueo, 2006).

Por estrategias didácticas se entienden las metodologías utilizadas, dentro y/o fuera del aula, para lograr que los alumnos lleguen a construir significativamente el conocimiento. Esto supone el diseño y desarrollo de material didáctico y actividades, mediante los cuales se desenvuelve la interacción profesor-alumnos-contexto.

Se considera punto clave, cuando se entra en la discusión sobre las ventajas y desventajas de diferentes estrategias de enseñanza, la capacidad motivadora de dichas estrategias sobre los alumnos.

En consecuencia, en el presente trabajo, a la hora de seleccionar la mejor estrategia posible de utilizar para determinado contenido curricular, se busca maximizar el aporte de las tres componentes enunciadas a continuación:

- Componente motivacional: fuertemente vinculada con el interés (variables afectivas -preferencia de los alumnos para con cierto tipo de estrategias didácticas-).
- Componente cognoscitiva: referida al amplio abanico de capacidades intelectuales de las que disponemos todos los seres humanos, apuntando a obtener un alto aprovechamiento del trabajo conjunto de las mismas.
- Componente tecnológica: constituye la capacidad tecnológica disponible o factible de alcanzar, para poder concretar la implementación de la estrategia seleccionada.

En consecuencia, aparecen tres tipos de material didáctico, que satisfacen las condiciones recién mencionadas de manera muy eficiente. Dichos recursos son:

- El Experimento Práctico en el Laboratorio de Física II.
- El Software Didáctico.
- Una combinación de ambos.

Relacionado con los tres componentes primordiales en consideración al momento de evaluar la utilidad de una determinada estrategia didáctica (señalados más arriba), sobre las prestaciones del experimento práctico de laboratorio corresponde destacar:

✓ Ofrece una apreciación auditiva, visual, táctil (y en muchos casos también olfativa y gustativa) de las características del fenómeno físico estudiado, durante la experimentación.

✓ Permite la interacción con el sistema físico analizado (plantear variantes, presuponer y predecir lo que ocurrirá, probarlo, verificar que lo previsto fue correcto o erróneo, y volver a intentarlo).

✓ Se contrasta y verifica en la vida real los conceptos estudiados de manera teórica.

✓ Es un potente incentivo, pues quien decide capacitarse a través de una formación universitaria de aplicación esencialmente práctica, como lo son las carreras de ingeniería, lo principal que persigue es el “hacer en el mundo real” (hacer sistemas electrónicos; hacer caminos, edificaciones, puentes; armar máquinas electromecánicas, automóviles, construir centrales hidroeléctricas, etc.).

Sobre el Software Didáctico corresponde destacar:

✓ Mediante la estimulación audiovisual, el software educativo, incide sobre nuestros sentidos, proporcionándonos información y descripciones con la combinación de los lenguajes gráfico, textual, verbal y musical. También es destacable la cualidad de poder representar elementos imaginarios -que en la realidad son imposibles de apreciar- y que ayudan en gran medida a entender y comprender conceptos (ej.: vectores, líneas de campo, líneas de fuerza, superficies hipotéticas, trayectorias hipotéticas).

✓ Da lugar a la interacción. Este es un factor fundamental a tener en cuenta si se pretende que los alumnos construyan los nuevos conceptos en confrontación con sus concepciones previas hasta alcanzar un aprendizaje significativo. Esta cualidad en el software didáctico aparece con una ventaja: es posible modificar tantas variables y parámetros del sistema como lo permita la sofisticación del programa informático (software).

✓ Como cualidad exclusiva del software educativo se encuentra su capacidad de adaptación al ritmo de aprendizaje de cada estudiante, siendo posible volver a utilizar este recurso didáctico una vez que ha terminado la clase (opción que el experimento de laboratorio real, una vez terminada la clase o el turno para realizar las prácticas, no ofrece).

Es lógico pensar que una combinación de estos dos tipos de materiales didácticos, el experimento de laboratorio real y el software didáctico, presentarán de manera aún más potente sus características didácticas; sólo es cuestión de combinarlos apropiadamente (según el caso puntual de lo que se desee estudiar).

Es interesante rescatar también otros factores, que ya han sido planteados formalmente en investigaciones anteriores a este trabajo, y que influyen en el proceso de enseñanza-aprendizaje tanto sobre el componente motivacional como sobre el cognitivo:

La Teoría de Howard Gardner (1983), de la Universidad de Harvard, plantea en principio, la hipótesis de muchas inteligencias o centros distintos en el cerebro humano, a disposición de las cuales operan los cinco sentidos (vista, oído, tacto, gusto y olfato). Gardner argumenta que las personas, en lugar de tener una sola predisposición hacia ciertas aptitudes mentales -medidas a través de un único coeficiente intelectual-, existen al menos ocho tipos de inteligencia distintos (Espacial, Musical, Kinestésica, Lógica, Lingüística, Interpersonal, Intrapersonal y Naturalista), y que cada una de ellas constituyen “destrezas, actitudes, estados de ánimo o habilidades, a desarrollar”; es decir, cada persona, dependiendo de su historia (sus vivencias, del medio ambiente en el que convive, de la educación que recibe...), fortalece más un tipo de inteligencia y un tipo de canal de entrada o de salida de la información.

Gardner remarca que todos los tipos de inteligencias son igualmente relevantes, pero los docentes diseñan y ejecutan sus clases con claro énfasis en las inteligencias lógico-matemático y lingüísticas, desconociendo que no todos los alumnos tienen la capacidad de entenderles a través de esas estrategias.

En esta cita de referencia a la Teoría de las Inteligencia Múltiples puede apreciarse (en relación al componente cognoscitivo tenido en cuenta al momento de proponer distintas estrategias para el desarrollo de material didáctico) que las virtudes ya mencionadas para las tres clases de estrategias aquí propuestas, son naturalmente impulsoras de distintos tipos de pensamiento, ya que hacen posible, por medio de la estimulación de varios (o todos) los sentidos biológicos humanos, que se generen actividades mentales de distinta naturaleza combinadamente en la misma estrategia.

Por ejemplo el pensamiento a través de la inteligencia lingüística puede provocarse mediante la práctica de la lectura y escucha de explicaciones, consultando, debatiendo, escribiendo informes; la capacidad lógico-matemática, mediante el uso de pautas y relaciones a la hora de vincular conceptos previos y nuevos, clasificando, trabajando con lo abstracto: por ejemplo, al intentar concebir la relación existente entre un fenómeno físico real y concreto con su ley matemática correspondiente, y la operación analítica-matemática de la misma; de la inteligencia kinestésica: al tocar, moverse, interactuar través de sensaciones corporales con el fenómeno físico en la experiencia de laboratorio; el pensamiento a través de la inteligencia espacial puede inducirse: trabajando con dibujos y colores, gráficos representativos de los fenómenos físicos estáticos y animados, en dos y tres dimensiones, visualizando dichos fenómenos en la realidad concreta, imaginándolos; referido a la capacidad intelectual musical: recordando y reconociendo ritmos al escuchar sonidos característicos de las prácticas reales vividas y/o de las animaciones y videos respectivos analizados -como material de estudio- al respecto; el pensamiento interpersonal se pone en evidencia: al compartir las experiencias en la clase, el laboratorio, el taller de resolución de ejercicios, al comparar los resultados y lo entendido, relacionándose, y cooperando en un grupo de estudios para realizar y presentar trabajos, consultando a los docentes; y en cuanto a la intrapersonal: en las labores individuales, haciendo proyectos al ritmo propio de cada uno, reflexionando sobre sí mismo -sobre el nivel de conocimientos adquirido y por adquirir antes de presentarse a un examen, aplicando reglas mnemotécnicas útiles para sí mismo, etc.-. Por último, el razonamiento en relación a la inteligencia naturalista puede manifestarse en tareas donde: se trabaje en temas relacionados con el entorno natural y artificial que nos rodea (¡la Física es una ciencia enteramente abocada a la comprensión del mundo

natural en el que vivimos y justifica posibles aplicaciones -diseños hechos por el hombre-!), haciendo distinciones, tomando conciencia de sus valores.

No solo se está propiciando poder hacerse entender por los alumnos a través de más canales de comunicación y pensamiento (al aprovechar mejor sus capacidades más desarrolladas), sino que también se estará promoviendo e incentivando el cultivo de las capacidades intelectuales menos ejercitadas -tanto desde el lado de los docentes como el de los estudiantes-, lo que constituye un beneficio de no menor importancia por alcanzar frente a la realidad de un mundo cada vez más complejo.

IV. SELECCIÓN DE LA SIMULACIÓN A UTILIZAR

Para poder seleccionar la simulación que mejor se adapta a los requisitos de los alumnos y currícula de Física II, se realiza una comparación de diferentes animaciones y simulaciones halladas en internet, teniendo en cuenta ventajas y desventajas en cuanto a su implementación como herramienta para la resolución de problemas prácticos en el área de la óptica geométrica.

Para la elección final, se busca principalmente que la herramienta tenga posibilidades de hacer una verificación numérica de un problema planteado, resuelto previamente a lápiz y papel. Además debe permitir la posibilidad de realización de una práctica en el laboratorio de física (implementación para laboratorio). De esta manera, se pueden aplicar los conocimientos teóricos en un ambiente “más amigable” y flexible.

La simulación debe ser funcional, capaz de adaptarse o que esté abierta a su utilización en diferentes situaciones de aprendizaje, dar la posibilidad de experimentar, cambiar datos, y de manera rápida obtener resultados numéricos para distintos casos planteados por el usuario, ya que de esta manera mantiene la motivación para resolver nuevos desafíos.

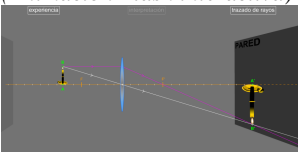
A. Evaluación de la herramienta

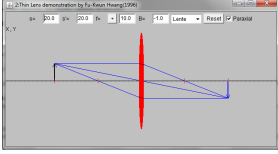
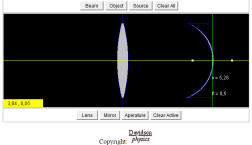
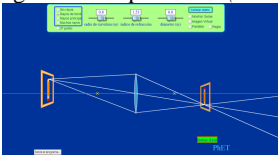
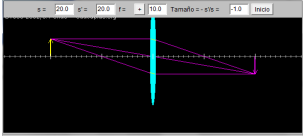
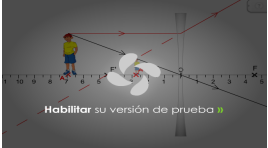
La simulación a elegir debe ser licencia gratuita, teniendo conexión a internet (con un mínimo de requerimientos de software). Se evita que esto sea una barrera para la utilización por parte del usuario. La herramienta o simulación, no debe requerir procesos de aprendizaje previo para su uso, debe ser sencillo su puesta en marcha (instalación), no deben aparecer problemas de incompatibilidad.

Se consideraron distintas herramientas informáticas tomando criterios de evaluación (Marquès Graells, 2003) en aspectos educativos como:

- ❖ Adecuación a las necesidades curriculares: Se busca como se mencionó anteriormente, que la herramienta sirva para la resolución de problemas planteados y resueltos previamente de manera numérica a lápiz y papel, para luego ser resueltos experimentalmente en laboratorio.
- ❖ Aspecto visual y Facilidad de interpretación (identificación correcta de variables): se busca un aspecto visual adecuado en donde se identifiquen de manera rápida las variables intervinientes en el problema en cuestión, además de contar con una velocidad de respuesta y claridad en resultados para mantener la motivación del usuario.
- ❖ Facilidad de uso, con posibilidad de diseño experimental: la herramienta a elegir debe ser dinámica y entregar la posibilidad de cambiar datos para permitir al usuario experimentar en la resolución de nuevos problemas propuestos por éste.
- ❖ Obtención de resultados cuantitativos y cualitativos, es indispensable obtener datos cuantitativos para verificar los resultados obtenidos previamente en la resolución de problemas en lápiz y papel. Además se busca que el usuario obtenga resultados cualitativos de manera que pueda aprehender, por medio de la experimentación el fenómeno físico involucrado en el problema planteado.

TABLA I: Herramientas evaluadas

Herramienta	Link
1 	http://www.fisica-quimica-secundaria-bachillerato.es/animaciones-flash-interactivas/optica/lente_convergente_positivo_convexo.htm
2 Applet de Lentes y espejos	http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/OptGeometrica/EspejoPlano/EspejoCurvo/Applet_espejosCurv

		os.html
3	Banco óptico (applet) 	http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/OptGeometrica/A_BancoOptico/coole_optica.htm#Instrucciones
4	“geometric-optics2.05”(Simulación) 	https://phet.colorado.edu/sims/geometric-optics/geometric-optics_es.html
5	“Lentes convergentes y divergentes” (simulación) 	http://www.educaplus.org/luz/lente2.html
6	Lente divergente (simulación) 	https://www.edumedia-sciences.com/es/a294-lente-divergente

Existe una gran variedad de herramientas informáticas en internet, es por ello que se deben evaluar, y luego seleccionar la más adecuada a las necesidades.

A continuación se presenta una tabla con la evaluación de cada herramienta.

TABLA II: Evaluación de cada herramienta

Herramienta	Observaciones
1	-Adecuación a las necesidades curriculares: Solamente presenta el caso de una lente convergente sin posibilidades de cambiar las características de esta. No tiene la posibilidad de trabajar con el caso de espejos cóncavos y convexos. En cuanto a la presentación de variables y resultados son incompletos para poder comparar con problemas resueltos con lápiz y papel. -Aspecto visual y Facilidad de interpretación: aspecto muy bueno y ordenado, posee aclaraciones útiles al margen que sirven de apoyo para el entendimiento. -Se pueden obtener resultados cuantitativos y cualitativos -Fácil de usar, pero con una reducida posibilidad de diseño experimental.
2	-Adecuación a las necesidades curriculares: es muy adecuado, ya que se pueden encontrar tanto lentes (convergentes y divergentes), como espejos cóncavos y convexos, da la posibilidad de experimentación con distintas situaciones. -Aspecto visual y Facilidad de interpretación: aspecto bueno aunque muy básico en cuanto a cotas sobre el esquema, es de fácil interpretación. -Se pueden obtener resultados cuantitativos y cualitativos buenos. -Fácil de usar y cuenta con un instructivo con referencias para su uso, posee la posibilidad de diseño experimental con distintos lentes y espejos.
3	-Adecuación a las necesidades curriculares: es muy adecuado, se pueden encontrar lentes, espejos y además hacer una combinación de ellos para formar un sistema óptico. -Aspecto visual no tan adecuado por su tamaño (necesita ser ampliado con zoom para poder visualizar con mayor claridad). Se necesita de un tiempo mayor para interpretar variables, ya que se encuentran en inglés (esto podría representar una posible dificultad de interpretación en el

	usuario). -Se pueden obtener resultados cuantitativos y cualitativos. -Fácil de usar, aunque algo engorroso debido al tamaño y falta de orden, esto podría dificultar el poder experimentar con otros casos.
4	-Adecuación a las necesidades curriculares: Solamente presenta el caso de una lente convergente, tiene posibilidades de cambiar sus características. No trabaja con el caso de espejos cóncavos y convexos. La presentación de variables es clara pero incompleta. -Aspecto visual y Facilidad de interpretación: aspecto muy bueno, ordenado y agradable. Es de fácil y rápida interpretación. -Se pueden obtener resultados cualitativos buenos, aunque resultados cuantitativos incompletos. -Fácil de usar, pero con una reducida posibilidad de diseño experimental.
5	-Adecuación a las necesidades curriculares: es adecuado, se pueden encontrar solo lentes (convergentes y divergentes), da la posibilidad de experimentación con distintas situaciones. -Aspecto visual y Facilidad de interpretación: aspecto visual es bueno pero muy básico e incompleto, es de fácil y rápida interpretación. -Se pueden obtener resultados cuantitativos y cualitativos. -Fácil de usar ya que cuenta con un instructivo con referencias para su uso, posee la posibilidad de diseño experimental con distintos lentes.
6	Esta simulación no tiene licencia libre. No se hacen observaciones.

Teniendo en cuenta las observaciones detalladas anteriormente, es que se selecciona como herramienta más adecuada la “Herramienta 2”.

V. OBJETIVOS

Los objetivos de esta estrategia de aprendizaje son:

- Analizar los niveles de aprendizaje que alcanzan los estudiantes mediante la implementación de simulaciones informáticas en el aprendizaje de Temas de Óptica Geométrica.
- Promover el interés por las clases prácticas.
- Favorecer el trabajo en equipo.
- Lograr la apropiación e integración de conocimientos.

VI. DISEÑO DE LA EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE

La estrategia se llevó a cabo con alumnos de la cátedra Física II, de carreras de ingeniería, dicha asignatura tiene a su cargo el tratamiento de los siguientes contenidos: Electricidad, Magnetismo y Óptica.

La propuesta que se presenta es para ser realizada en grupo, en el laboratorio de computación. Como material didáctico los alumnos dispusieron de una Guía de Problemas sobre el tema Óptica Geométrica y el link del “Applet de Lentes y Espejos”, elegido anteriormente como Herramienta 2, éste está dispuesto en formato HTML para facilitar su manipulación, sin necesidad de conexión a Internet.

Los alumnos organizados en comisiones de tres integrantes realizan los siguientes pasos:

- ◆ Analizan y plantean las posibles soluciones a los problemas de la Guía.
- ◆ Resuelven dichos problemas.
- ◆ Utilizando la simulación verifican los resultados obtenidos en la resolución de los problemas.
- ◆ Los estudiantes pueden ensayar otras respuestas con las simulaciones.
- ◆ Exponen, por comisiones, a sus compañeros el problema resuelto y su verificación con el applet respectivo.

Por último, en un trabajo colaborativo, los alumnos, guiados por el docente, realizan intercambio de ideas entre las distintas comisiones para arribar a las conclusiones definitivas.

VII. EVALUACION DE LA EXPERIENCIA

La evaluación de la experiencia se ha realizado en base a dos instrumentos:

- ◆ El instrumento de medición utilizado, es el test denominado "Evaluación Conceptual de Luz y Óptica" (Light and Optics Conceptual Evaluation (LOCE)), desarrollado por David Sokoloff (2006), para evaluar los conocimientos que los estudiantes tienen sobre temas de Óptica, consta de

51 preguntas, seleccionamos solamente las que están relacionadas con los conceptos de Óptica Geométrica (10 preguntas).

- ◆ Encuesta de opinión sobre las actividades con simulador.

A. Análisis de la Estrategia

El factor de Hake permite analizar las ganancias de aprendizaje que se han obtenido mediante procesos de enseñanza, consiste en la aplicación de un mismo instrumento al principio y al final del proceso, bien sea dentro de un mismo grupo o en grupos diferentes. El factor de Hake es una forma de evaluar las ganancias conceptuales que se logran durante la instrucción “los datos de la ganancia normalizada cuantifican el efecto de la instrucción y permite encontrar qué tanto mejoró el desempeño de los alumnos en esta pregunta con respecto a lo que podía mejorarse” (Hake, 1998).

Para encontrar la ganancia normalizada a partir del factor de Hake (g) se debe tener en cuenta los resultados obtenidos en el pre test y los resultados obtenidos en el pos test, en este caso cada uno de estos valores se presentan en porcentajes, la siguiente expresión permite encontrar dicho factor:

$$g = \frac{(\%postes) - (\%pretes)}{100 - (\%pretes)} \tag{1}$$

% postest: corresponde al porcentaje de respuestas correctas del grupo de estudiantes después de la instrucción.

% pretest: corresponde al porcentaje de respuestas correctas del grupo de estudiantes antes de la instrucción.

g: Ganancia de aprendizaje

Los resultados oscilan entre valores de 0 y 1, en el cual 0 implica que no hubo mejoras en el aprendizaje mientras que el 1 representa las máximas ganancias, de acuerdo a los resultados este factor se puede clasificar en niveles de aprendizaje, la escala se presenta a continuación:

- Si $g \leq 0,3$ la ganancia es de nivel bajo
- Si $0,3 < g \leq 0,7$ la ganancia es de nivel medio
- Si $0,7 < g \leq 1$ la ganancia es de nivel alto

B. Resultado del Test

Se realizó el análisis de las respuestas correctas de las preguntas seleccionadas y los porcentajes obtenidos se muestran en la siguiente figura.

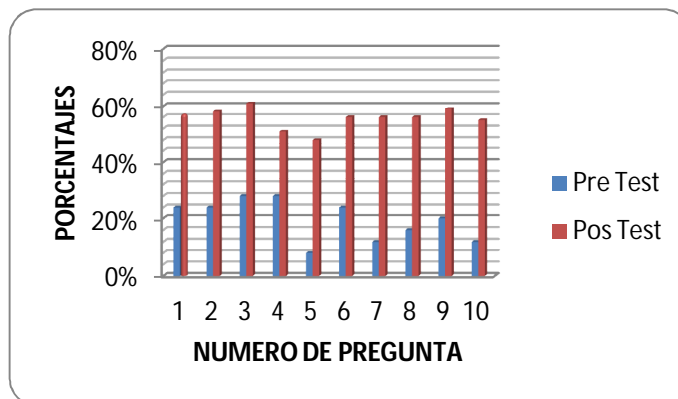


FIGURA 1. Porcentaje de respuestas correctas de cada pregunta en el pre test y en el pos test

Se obtuvo un 20% de respuestas correctas del grupo de estudiantes antes de realizar la estrategia y 56% de respuestas correctas luego de realizar la misma. Utilizando el factor de Hake considerando la ganancia en cada pregunta, el promedio de ganancias resulto ser de 0,45 (ganancia de nivel medio), mostrando así resultados satisfactorios con la implementación de la propuesta.

C. Resultado de la encuesta de opinión sobre las actividades con simulador

El alumnado participante en esta experiencia valora y considera la utilización de las simulaciones (uso de applets y de animaciones interactivas) como una buena estrategia para aprender Física. Considera que las actividades de investigación facilitan el aprendizaje. Reconocen que son útiles para mejorar la comprensión de los conceptos físicos.

A continuación transcribimos algunas de las respuestas de la encuesta:

“El programa utilizado en el laboratorio nos sirvió para entender más el tema ya que pudimos aclarar varios detalles”

“Luego de haber utilizado el software nos pareció muy interesante su uso ya que tuvimos una mayor visualización de los espejos y las lentes, en los distintos casos verificamos los problemas de la práctica.”

“Al finalizar la práctica podemos concluir que fue enriquecedora ya que pudimos aplicar la parte teórica a la realidad”

VIII. CONCLUSIONES

Mediante el análisis de los resultados obtenidos en este estudio, se pudo comprobar que se obtienen diferencias significativas en aprendizajes comprensivos de los contenidos básicos de Óptica Geométrica en el grupo de alumnos en el que se implementa la estrategia de enseñanza basada en recursos tecnológicos informáticos.

Los autores de este trabajo opinan que el uso de las TIC mejora la motivación y el aprendizaje, y permite integrar la teoría y la práctica.

Permite simular y entender experiencias que no se puedan realizar experimentalmente en los laboratorios escolares.

La estrategia didáctica puesta en juego promueve el aprendizaje cooperativo, en el que los estudiantes comparten y discuten sus ideas, interaccionen entre sí y con el profesor de un modo más espontáneo y natural que en la clase tradicional.

El alumnado participante en esta experiencia valora y considera la utilización del ordenador (uso de internet y de animaciones interactivas) como una buena estrategia para aprender Física.

REFERENCIAS

Furió, C., & Guisasola, J. (2001). La enseñanza del concepto de campo eléctrico basada en un modelo de aprendizaje como investigación orientada. *Enseñanza de las ciencias*, 19(2), pp. 319-334.

Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. New York: Basic Books.

Greca, & Moreira. (1998). Modelos mentales y aprendizaje de física en electricidad y magnetismo. *Enseñanza de las ciencias*, 16(2), pp. 289-303.

Hake, R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand- student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal Physics*, 66(1), 64-74.

Llancaqueo, J. (2006). El aprendizaje del concepto de campo en física: conceptualización, progresividad y dominio. *Trabajo de grado de doctorado publicado por la Universidad de Burgos*.

Marquès Graells, P. (2003). Evaluación y selección de software educativo. *Revista Comunicación y Pedagogía*, núm. 185, pp. 31-37.

Pesa, M., Cudmani, L., Salinas, J (1993). Transferencia de los resultados de la Investigación educativa en el aprendizaje de la Óptica. *Revista de Ensino de Física*. 15(1-4), 42-52.

Salinas, J., Sandoval, J. (1999). Objetos e imágenes reales y virtuales en la enseñanza de la Óptica Geométrica. *Revista de Enseñanza de la Física*, 12(2), pp. 23-26.

Sokoloff, D. R. (2006). Aprendizaje Activo de óptica y fotónica. *Manual de entrenamiento*. UNESCO, Edición preliminar en español.