

El uso de simulaciones en Física I y la triangulación de datos como recurso de investigación

REVISTA
DE
ENSEÑANZA
DE LA
FÍSICA

Marta Ávila, Marta Alicia Saracho¹, María Viviana Nieva¹

¹Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Catamarca, Avda Belgrano al 300, CP 4700. Catamarca, Argentina.

rodocrosita 1035@yahoo.com.ar

Resumen

Este trabajo surge del proyecto “*Los procesos de innovación en las prácticas educativas basados en la incorporación de las TIC*”. Tiene como objetivos: 1) Analizar información dada por estudiantes y docentes sobre el desempeño estudiantil e 2) Inferir, para el contexto, las implicancias en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Se consideran las fases metodológicas de la investigación de diseño correspondientes al análisis de información obtenida de la aplicación de instrumentos como el Cuestionario y la Hoja de Control. La triangulación se realizó para constatar la credibilidad de los resultados que emergen de diferentes fuentes al adoptar un enfoque mixto (cuali-cuantitativo). Integraron la muestra 12 estudiantes que cursaron durante el año 2014 la asignatura Física I en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Catamarca. La metodología de enseñanza incorporó el uso de simulaciones en la estrategia de resolución de problemas sobre el tema Cinemática y Dinámica traslacional. La creación de un ambiente de aprendizaje constructivista no cumplió con las expectativas sobre todo en relación a la comprensión conceptual de los estudiantes.

Palabras clave: Física I, Investigación educativa, Simulaciones en la estrategia de resolución de problemas, Triangulación de datos

Abstract

This work originates in the research project “*Los procesos de innovación en las prácticas educativas basados en la incorporación de las TIC*” (*Innovation processes in educational practices based on ICT*). Its objectives are: 1) to analyse the data given by students and teachers on student development; and 2) to infer, for this context, its implications on teaching-learning processes. Methodological phases of design research are considered, corresponding to the analysis of data collected from applying instruments like questionnaire and control sheets. Triangulation was made so as to attest for the reliability of the results emerging from different sources, through the adoption of a mixed (qualitative-quantitative) approach. The sample was constituted by 12 students attending the subject of Physics I during 2014 in the Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Catamarca. The teaching methodology incorporated the use of simulation in problem-solving situations on Kinematics and Translational Dynamics. The choice of a constructivist learning approach did not satisfy the expectations, mainly as to the students’ understanding of concepts.

Keywords: Physics I, Educational research, Simulations in problem-solving strategy, Data triangulation.

I. INTRODUCCIÓN

Este trabajo se presenta como estado de avance del proyecto “*Los procesos de innovación en las prácticas educativas basados en la incorporación de las TIC*”.

Entre los objetivos de esta ponencia se encuentran: 1) Analizar la información obtenida de diferentes muestras (estudiantes y profesores) sobre la aplicación de la simulación como herramienta tecnológica para el logro de los objetivos educativos de un curso de Física I y 2) Inferir a partir de las características identificadas en el contexto real, las implicancias en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

II. DESARROLLO

A. Metodología

Esta investigación surgió como respuesta a problemas detectados en relación a la falta de motivación y de comprensión de la estructura conceptual de la asignatura Física I evidenciada en estudiantes cursantes de la mencionada asignatura.

Para este trabajo se consideran solamente las fases correspondientes a la estrategia metodológica de la investigación de diseño (Gros, 2012) relacionadas con el análisis de resultados obtenidos de la aplicación de instrumentos para la obtención de información sobre la valoración de los estudiantes respecto al desarrollo del tema a partir de la aplicación del recurso didáctico.

Se adopta un enfoque metodológico fundamentalmente cualitativo, con algunos rasgos cuantitativos dado que se alcanza una mayor coherencia en la respuesta a los objetivos propuestos.

Una de las muestras en estudio estuvo integrada por 12 estudiantes que cursaron durante el año 2014 la asignatura Física I correspondiente al primer año de las carreras Profesorado y Licenciatura en Física, Química y Ciencias Ambientales de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Catamarca. La metodología de enseñanza que se aplicó a este grupo de estudiantes estuvo basada en el desarrollo del tema Cinemática y Dinámica traslacional mediada la resolución de problemas con el uso de simulaciones. Se utilizó la plataforma Moodle para generar un entorno virtual de enseñanza y aprendizaje fundamentado en la pedagogía constructivista.

Las técnicas utilizadas para la recolección de datos fueron la observación de clase y la autoevaluación y los instrumentos de medición que se emplearon son la Hoja de Cotejo y el Cuestionario de Evaluación del propio desempeño.

B. La triangulación de datos

La triangulación según expone Bisquerra Alzina (1989:264), "...permite reconocer y analizar datos desde distintos ángulos para compararlos y contrastarlos entre sí", por lo que mediante el uso de esta técnica se hace posible contrastar la información obtenidas de diferentes muestras (docente y estudiantes).

III. PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

Teniendo en cuenta los objetivos se determinan los criterios de análisis. Se utilizó la concepción constructivista como instrumento de análisis y herramienta útil para fundamentar muchas de las decisiones inherentes al diseño y al desarrollo de la intervención didáctica (Coll et al., 1997:7-22).

Según Carretero (2009), los principios del constructivismo son: 1) Partir de la estructura cognitiva previa existente como elemento de anclaje, 2) Asegurar la construcción de aprendizajes significativos a través del establecimiento de relaciones que permitan diferenciar e integrar, 3) Posibilitar que los alumnos realicen aprendizajes significativos por sí solos, 4) Procurar que los estudiantes modifiquen sus esquemas de conocimiento que favorezcan el proceso de construcción de significados y 5) Establecer relaciones ricas entre el nuevo conocimiento y los esquemas de conocimientos ya existentes.

En la elaboración de los indicadores se consideran tres dimensiones de análisis: Metodología, Comunicación y Evaluación. Si bien es cierto la comunicación y la evaluación son aspectos a tener en cuenta en lo metodológico por su relevancia se los trata como dimensiones separadas.

La actividad metodológica consiste en una síntesis práctica de opciones tomadas en variables de orden psicológico, didáctico y filosófico. Al ser una categoría integradora estructura toda la práctica docente, que conecta saber y saber-hacer, sintetizando una serie de elementos muy diversos en contexto de acción en el que se desarrolla (Gimeno, 1988).

Para justificar la dimensión comunicación resulta necesario reconocer que los procesos de enseñanza y aprendizaje son esencialmente comunicacionales. El enfoque constructivista resalta el papel del docente en la activación del conocimiento del estudiante, en la capacidad de éste para crear un ambiente propicio, en la activación y profundización del conocimiento, pero ese desarrollo cognitivo sólo es posible cuando también se ha insistido en la atención socioemocional del grupo y en la gestión y organización de la clase, aspectos que en conjunto permiten la construcción del conocimiento. Una parte importante de esa construcción sucede cuando los estudiantes otorgan un sentido positivo a su aprendizaje, éste no ocurre de manera natural por lo que es fundamental abordar la actividad metodológica con un enfoque pertinente. A su vez, esta construcción personal se realiza a partir de las interacciones de carácter social que se establece con los otros de manera grupal, cooperativa, autónoma.

En el contexto instruccional se entiende la evaluación como el sistema formado por procesos de recogida, análisis e interpretación de información válida y fiable, que en comparación con una referencia o criterio nos permita concluir una decisión que favorezca la mejora del objeto evaluado. Los docentes universitarios debemos estar preparados para reconocer los problemas, su carácter inevitable aprendiendo

a trabajar con los conflictos proponiendo soluciones en las márgenes del respeto y la tolerancia, valores que surgen del pensamiento reflexivo en tanto que seamos capaces de admitir, entre otras cosas, la variedad de la experiencia educativa.

A. De la Hoja de Cotejo

El instrumento utilizado para evaluar la actuación académica de los estudiantes es la Hoja de Cotejo estuvo destinada a los docentes. Está compuesto de 31 indicadores agrupados en las dimensiones Metodología (indicadores 1 a 23), Comunicación (indicadores 24 a 28) y Evaluación (indicadores 29 a 31). El docente responde a la escala mostrando su grado de aceptación o rechazo en relación al comportamiento de los estudiantes expresada en el indicador. La Hoja de Cotejo contiene una escala de Likert donde cada indicador está estructurado con tres alternativas de respuesta: afirmativa SI, negativa NO y se incorpora la opción MÁS O MENOS para registrar una respuesta que se corresponde con el término medio entre sí o no (Ver Anexo 2).

B. Del Cuestionario Evaluación del propio desempeño

El instrumento denominado Cuestionario de Evaluación del propio desempeño de los estudiantes está compuesto por 19 Items y corresponden a las dimensiones Metodología (indicadores 1 al 9), Comunicación (indicadores 10 al 13) y Evaluación (indicadores 14 al 19). Los indicadores están formulados como preguntas que los estudiantes respondieron midiendo, por ejemplo, el grado de satisfacción, eficacia y conformidad de una metodología. La escala de valoración de Likert empleada considera para cada indicador dos opciones: SI y NO. Se incorpora en la escala la opción NO CONTESTA para registrar cuando se lleva a cabo esta acción (Ver Anexo 1).

La fuente de información que apela la implementación de este instrumento son los estudiantes ya que ellos, con sus opiniones o percepciones se basan en una observación prolongada de la actuación del profesor (Escudero, 1991). Se asume que el estudiante es un conceptualizador activo que colabora reflexivamente para co-construir nuevo entendimiento dentro del contexto de la interrogación basada en la propia experiencia.

Esta investigación podrá constatar, mediante la triangulación, la credibilidad de los resultados obtenidos por la aplicación de los instrumentos mencionados. Se procura de esta manera “evitar que en la tarea reconstructiva de lo real se introduzcan sesgos o distorsiones” (Yuni y Urbano, 1999).

IV. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

El análisis comenzó con: 1) la determinación de las categorías en cada dimensión a partir de los indicadores presentes en los instrumentos aplicados, 2) selección de los indicadores en cada categoría e 3) identificación en cada categoría de los aportes teóricos más relevantes.

Los criterios de análisis para los resultados obtenidos mediante los dos instrumentos son: valoración positiva (50% o superior para la opción SI) y valoración negativa (50% o superior para la opción NO y, también, inferior al 50% para la opción SI).

Debido a la naturaleza del estudio, el análisis consistió en el empleo del programa estadístico SPSS 15 (Statistical Package for the Social Sciences) para el registro en tablas de los porcentajes de frecuencia para las distintas escalas de cada indicador.

A. Dimensión Metodología

Categoría 1: La explicitación de los conocimientos previos que poseen los estudiantes

Para registrar si los estudiantes reconocen las ideas previas se incorpora a la Hoja de Cotejo el indicador 12 (50% opción SI y 50% opción NO, cuando se presenta este caso se toma la respuesta como afirmativa) “Realiza conexiones acerca del cómo y el porqué de la ocurrencia del fenómeno con los conceptos identificados”.

El modelo constructivista adoptado se considera como propicio para el logro del cambio conceptual entendido como un proceso que va de las ideas personales a las ideas científicas (Avendaño, 1996).

En este caso, al inicio de la propuesta didáctica, el docente presenta una situación física contemplada en el Test Diagnóstico Inicial que los estudiantes tienen que resolver con el fin de indagar las concepciones alternativas. Dicha situación ha sido construida como un ítem de opción múltiple donde el estudiante tiene que elegir la opción que considere correcta referida a la identificación de los vectores

fuerza que actúan sobre una pelota en las posiciones al instante posterior a su lanzamiento, arriba y cuando regresa la pelota al nivel de su lanzamiento.

Al evaluar la situación se obtienen los siguientes resultados: para la respuesta correcta (opción 3) el registro obtenido es de 40% correspondiendo un 60% para el resto de respuestas incorrectas como la opción 1 (25%), opción 2 (35%) y opción 4 (0%). Es decir, que el 60% de los estudiantes posee conocimientos previos erróneos. En la etapa final de Evaluación del contenido se considera un Item que referencia al considerado en la etapa diagnóstico observando que el logro de la comprensión conceptual pasó de un 40% a un 72,2%. Se puede deducir que la metodología utilizada potenció la capacidad de razonamiento de los estudiantes.

Categoría 2: La importancia de la motivación

En la Hoja de Cotejo se seleccionan: indicador 24 (75% opción SI) “*Muestra interés por participar de la clase y desarrollar la actividad ya que se focaliza en los objetivos de la simulación*”, indicador 25 (67% opción SI) “*Refleja una actitud positiva hacia el contenido teórico*”, indicador 28 (100% opción SI) “*Presta atención a la explicación del profesor*”.

En relación al aprendizaje interesa la motivación de logro. Los indicadores seleccionados permiten medir de alguna manera la necesidad, el interés creado en la propia situación de enseñanza y aprendizaje. Partir de lo que el estudiante posee, potenciarlo y connotarlo positivamente es señal de respeto hacia su aportación, lo que, sin duda, favorece su autoestima (Coll et al., 1997).

Categoría 3: La significación de los conceptos teóricos

En la Hoja de Cotejo se registran: Indicador 1 (75% opción SI) “*Identifica los conceptos implicados en el fenómeno*”, indicador 3 (83% opción SI) “*Discrimina entre información suministrada y solicitada*”, indicador 4 (58% opción SI) “*Explica el tipo de movimiento de acuerdo con los conceptos implicados en el fenómeno*”, indicador 8 (58% opción NO) “*Puede sostener una explicación simple utilizando el simulador*”, indicador 9 (92% opción SI) “*Elimina información innecesaria*”, indicador 14 (92% opción SI) “*Maneja adecuadamente el contenido empleando vocabulario específico*”, indicador 13 (50% opción SI y 50% opción NO) “*Interpreta los conceptos físicos a través de gráficos y fórmulas*”, indicador 16 (67% opción SI) “*Transfiere los conceptos aprendidos a situaciones nuevas*”, indicador 18 (75% opción SI) “*Aplica correctamente fórmulas o modelos matemáticos*”, indicador 19 (75% opción NO) “*Realiza correctamente las transformaciones de unidades*”, indicador 20 (50% opción SI y 50% opción NO) “*Revisa la racionalidad de la respuesta al compararla con la suministrada por el simulador*”, indicador 22 (100% opción SI) “*Es persistente cuando intenta explicar sus ideas*”, indicador 23 (100% opción SI) “*Se nota que en forma responsable y comprometida ha revisado previamente a la clase, el contenido teórico*”.

Del Cuestionario de Evaluación del propio desempeño se identifican: Indicador 1 (58% opción SI) “*El uso de simulaciones posibilita reflexionar sobre los temas desarrollados*”, indicador 2 (58% opción SI) “*La simulación ayuda a comprender mejor los conceptos físicos*”, indicador 3 (50% opción SI) “*La simulación permite aclarar dudas sobre la interpretación de los conceptos físicos*”, indicador 4 (67% opción SI) “*La interpretación de gráficos y fórmulas resulta complicada*”, indicador 6 (58% opción SI) “*Resultó interesante visitar páginas web relacionadas con la temática*”, indicador 7 (67% opción NO) “*El contenido teórico resultó comprensible*”, indicador 15 (42% opción SI) “*Ayudan las imágenes de las simulaciones a la comprensión de los conceptos físicos*”.

El estudiante se muestra activo cuando se esfuerza en seleccionar información relevante, organizarla coherentemente e integrarla con otros conocimientos que posee. La estrategia de comprensión permite al estudiante activar el conocimiento ya almacenado, asimilar la información disponible, ayudar a la elaboración de inferencias y facilitar la integración de dicha información (Sanjurjo y Rodríguez, 2003:56). Los indicadores elegidos se encuentran relacionados con el procesamiento de la información y la comprensión conceptual.

El docente debe ayudar al estudiante durante el proceso mismo de elaboración personal del conocimiento para asegurar que las relaciones que establece entre el propio conocimiento y el contenido que ha de aprender sean realmente relevantes y no arbitrarias (Coll et al., 1997).

Categoría 4: Las habilidades intelectuales de razonamiento científico

Del Cuestionario de Evaluación del propio desempeño se seleccionan: Indicador 5 (67% opción NO) “*Resultó difícil elaborar hipótesis frente a la situación física planteada*”. De la Hoja de Cotejo se eligen los Indicadores 2 (83% opción SI) “*Identifica las condiciones iniciales de la situación planteada*”, indicador 5 (75% opción SI) “*Analiza la situación problemática antes de dar una idea acerca de la solución*”, indicador 6 (67% opción SI) “*Elabora conclusiones acordes al razonamiento lógico*”, indicador 10 (58% opción SI) “*Identifica las variables intervinientes en el fenómeno físico*”, indicador 15

(92% opción SI) “Diseña las posibles gráficas a ser obtenidas por el simulador que se identifican con los conceptos desarrollados”, indicador 17 (84% opción SI) “Registra en forma ordenada la información necesaria, indicador 21 (67% opción SI) “Investiga otros aspectos no solicitados buscando alternativas de respuesta”.

El manejo del conocimiento científico y la adquisición del contenido escolar requieren del desarrollo del pensamiento crítico y creativo. De ahí la importancia de promover el espíritu científico, la actitud de exploración, la búsqueda de soluciones, la validez de las pruebas efectuadas para confirmar una hipótesis, etc. (Castañeda Jiménez, 1998). Con la selección de los indicadores mencionados se asegura la valoración del desarrollo de este tipo de pensamiento requerido en actividades como la de resolución de problemas.

B. Dimensión Comunicación

Categoría 1: El diálogo educativo

De la Hoja de Cotejo se selecciona el indicador 26 (67% opción SI) “Muestra curiosidad por el trabajo de otros, solicitando información”. Del Cuestionario de Evaluación del propio desempeño se elige el Indicador 10 (42% opción SI) “El uso de simulaciones ayuda a incrementar el diálogo educativo”.

El diálogo educativo supone una construcción en común, un interés cognitivo en la búsqueda de comprensión, conocimiento o acuerdo. Puede ser un buen instrumento para el desarrollo del pensamiento crítico, reflexivo, complejo como para la negociación de significados. Los indicadores elegidos permiten monitorear la capacidad interactiva de los estudiantes, es decir, la habilidad de integrarse en un diálogo abierto y crítico con los compañeros y profesores.

Categoría 2: Las preguntas y respuestas

De la Hoja de Cotejo se rescatan los indicadores: indicador 7 (75% opción SI) “Contesta correctamente las preguntas que se le formulan relacionadas con el desarrollo de las actividades propuestas”, indicador 11 (58% opción SI) “Realiza preguntas coherentes relacionadas con lo observado en la simulación”, indicador 27 (92% opción SI) “Solicita aclaratorias a sus compañeros o docente cuando posee dudas”. Del Cuestionario de Evaluación del propio desempeño se seleccionan: Indicador 11 (75% opción SI) “La simulación estimula a formular preguntas al profesor”, indicador 12 (58% opción SI) “La simulación ayuda a formular preguntas a los compañeros”, indicador 13 (42% opción SI) “El empleo de simulaciones permite responder con seguridad a los compañeros”.

La pregunta es una invitación a la participación, el cuestionamiento y a la comprensión. Moviliza aspectos afectivos, sociales y cognitivos del sujeto que aprende. Es una bisagra entre lo descriptivo y lo explicativo. Es importante que los indicadores seleccionados permitan medir una actitud democrática, abierta, de escucha porque de lo contrario no se produciría la transferencia necesaria en todo acto educativo.

C. Dimensión Evaluación

Categoría 1: La consideración del error desde el enfoque constructivo

De la Hoja de Cotejo se eligen: Indicador 30 (100% opción SI) “Repite la actividad de simulación si ha fallado en algo”, indicador 29 (50% opción SI y 50% opción NO) “Compara los resultados con los obtenidos en la simulación y detecta fallas si las hay”, indicador 31 (84% opción NO) “Solicita la realización de actividades adicionales como práctica en la simulación”. Del Cuestionario de Evaluación del propio desempeño se selecciona el Indicador 18 (58% opción NO) “Se detectó alguna falla en la aplicación del recurso tecnológico”.

Para el docente la detección del error es parte fundamental de la función de sostén, en este caso de la capacidad de desciframiento de las necesidades del sujeto. Procura activar la toma de conciencia de los estudiantes sobre sus propias dificultades para luego brindar la ayuda contingente necesaria. De no producirse esta ayuda no se lograría relacionar lo viejo con lo nuevo provocando un estancamiento en el aprendizaje (Trillo Alonso y Sanjurjo, 2008). Los indicadores elegidos posibilitan la detección de las ayudas brindadas en dicho contexto social.

Categoría 2: La evaluación del desarrollo de la propuesta didáctica

Del Cuestionario de Evaluación del propio desempeño se seleccionan: Indicador 8 (58% opción SI) “Resultó agradable el empleo de simulaciones como recurso tecnológico”, indicador 9 (58% opción SI) “Estaría gustoso que se usen las simulaciones como estrategia para la resolución de problemas”, indicador 14 (83% opción SI) “El docente estimula a ampliar y profundizar los conocimientos”, indicador 16 (50% opción SI) “Se alcanzaron los objetivos de aprendizaje propuestos”, indicador 17 (67% opción

SI) “Se accedió sin dificultades a los recursos tecnológicos”, indicador 19 (58% opción SI) “Se considera satisfactorio el propio desempeño en la clase”.

No es posible el desarrollo del pensamiento sin el afianzamiento de las habilidades básicas de suposición, comparación, inferencia, juicio, deducción inducción, descripción, definición, explicación. Supone el ejercicio de análisis de todos los puntos de vista, de la autoevaluación, de la autonomía (Sanjurjo y Rodríguez, 2003). Con los indicadores seleccionados los estudiantes pudieron monitoriar sus propios procesos de construcción de conocimiento y adquisición de habilidades, es decir, aspectos metacognitivos que posibilitan el logro de un proceso de aprendizaje autoregulado.

V. CONCLUSIONES

Ante las preguntas: ¿La estrategia didáctica de resolución de problemas basada en simulaciones informáticas permite construir entornos constructivistas? ¿Posibilita resolver en alguna medida el problema planteado sobre la falta de motivación de los estudiantes y la escasa comprensión de los conceptos físicos?

La mayoría de los indicadores que reciben valoración positiva en la dimensión Metodología corresponden a la Categoría 3 “La significación de los conceptos teóricos” y Categoría 4 “Las habilidades intelectuales de razonamiento científico” y se relacionan con los principios del constructivismo.

El análisis de “La importancia de la motivación” lleva a coincidir con lo que expresan Sanchez, Sierra, Martínez y Perales (2005) “El potencial didáctico de las simulaciones permite a los estudiantes la implicación activa en el proceso de aprendizaje”. El 58% (valoración positiva) de los estudiantes mostró satisfacción por su desempeño en la clase y el 50% (valoración negativa) considera que se alcanzaron los objetivos propuestos.

Las valoraciones negativas de los estudiantes obtenidas para la Evaluación del propio desempeño refieren a “La interpretación de fórmulas y gráficos resultó complicada” (67% opción SI en este caso el resultado se considera con una dirección negativa), “la facilidad para elaborar hipótesis frente a la situación física dada” (67% opción NO) y “el contenido teórico resulta comprensible” (67% opción NO) al igual que los docentes cuando refieren en la Hoja de Cotejo a la interpretación de gráficos y fórmulas (50% opción SI y 50% opción NO), “realizan correctamente las transformaciones de unidades” (75% opción NO) y “pueden sostener una explicación simple utilizando el simulador” (58% opción NO) indican que el problema metodológico se mantiene y necesariamente debe ser objeto de revisión y modificación.

Se registran otras valoraciones negativas cuando los docentes consideran en la Hoja de Cotejo que los estudiantes solicitan la realización de actividades adicionales como práctica en la simulación (84% opción NO) y los estudiantes en Evaluación del propio desempeño “las imágenes de las simulaciones ayudan a la comprensión de los conceptos físicos” (42% opción SI). Esto evidencia otro problema metodológico en el aspecto evaluativo: los estudiantes no desarrollaron aún o muy escasamente la capacidad de autonomía y creatividad.

En la dimensión comunicación de la Evaluación del propio desempeño los estudiantes presentan en las respuestas a dos indicadores análogos resultados (42% opción SI y 33% opción NO) una dirección negativa que son: “las simulaciones favorecen el diálogo educativo” y “las simulaciones permitieron que respondas con seguridad a tus compañeros”.

En la búsqueda de atribución de significados se presenta en la tabla 1 una visión más abarcadora de las desaprobaciones a indicadores efectuadas desde las distintas fuentes.

Para los docentes, la dimensión con mayor peso de desaprobación es la Evaluación (33%), le sigue Metodología (9%) y Comunicación no presenta registro negativo. Los estudiantes muestran su percepción de desaprobación en forma distinta y en orden decreciente: Comunicación (50%), Metodología (33%) y Evaluación (17%).

TABLA I. Porcentajes de respuesta con valoración negativa por dimensión y fuente de información.

Dimensión	Hoja de Cotejo (docentes)		Evaluación del propio desempeño (estudiantes)	
	Total de indicadores	Porcentajes de respuesta con valoración negativa	Total de indicadores	Porcentajes de respuesta con valoración negativa
Metodología	23	9%	9	33%
Comunicación	5	0%	4	50%
Evaluación	3	33%	6	17%

La diferencia en los resultados permite identificar conflictos durante el desarrollo de las actividades poniendo en evidencia los aspectos que pueden estar afectando el éxito o fracaso del diseño brindando la oportunidad de incorporar cambios. En este caso, según la opinión de los docentes la Comunicación no presenta desaprobación mientras que los estudiantes desaprueban la mitad de los indicadores del Cuestionario referidos a esta dimensión. Es posible afirmar que la creación de un ambiente de aprendizaje constructivista no cumplió con las expectativas sobre todo en relación a la comprensión conceptual de los estudiantes. Además, no se promueven adecuadamente algunas capacidades como la autonomía y la comunicación. Inherente a esta situación de conflicto el docente debe cambiar sus estrategias lo que generará nuevos desafíos más complejos e interesantes que demanden mayor compromiso y participación.

Tanto el diseño como la propuesta de intervención se pueden ajustar considerando la necesidad de superar una aproximación simplista que permita comprender la interacción dinámica entre la enseñanza, el aprendizaje y las prestaciones tecnológicas, lo que llevaría a la replicación de la investigación hasta que ya no se produzca la generación de más datos relevantes.

REFERENCIAS

- Avendaño, F. (1996). *La disyuntiva de enseñar o esperar que el niño aprenda*. Rosario: Homo Sapiens.
- Bizquera Alzina, R. (1989). *Métodos de Investigación educativa: Guía práctica*. Barcelona: CEAC.
- Carretero, M. (2009). *Constructivismo y educación*. Buenos Aires: Paidós.
- Castañeda Jiménez, J. (1998). *Métodos de Investigación I*. México: Mc Graw Hill.
- Coll, C.; Martín, E.; Mauri, T.; Miras, M.; Onrubia, J.; Solé, I.; Zabala, A. (1997). *El constructivismo en el aula*. Barcelona: Graó.
- Escudero, T. (1999). *Enfoques modélicos en la evaluación de la enseñanza universitaria*. Documento presentado en las III Jornadas Nacionales de Didáctica Universitaria Evaluación y desarrollos profesionales. Las Palmas de Gran Canaria.
- Gimeno Sacristán, J. (1988). *El currículum: una reflexión sobre la práctica*. Madrid: Morata.
- Gros, B. (2012) Retos y tendencias sobre el futuro de la investigación acerca del aprendizaje con tecnologías digitales RED *Revista de Educación a Distancia*. Murcia, España Año XI, 1(32), pp. 1-13. Recuperado de <http://www.um.es/ead/red/32> (Consultado el 22/05/2015).
- Sanchez, A.; Sierra, J.; Martinez, S.; Perales, F.J. (2005) El aprendizaje de la Física en Bachillerato. Investigación con simuladores informáticos versus aula tradicional. *Revista Enseñanza de las Ciencias*. Número Extra, pp. 1-4. Recuperado de www.cmap.upb.edu.co/rid1159474371937_208242007251/Dificultades%20para%20aprender%20la%20fisica.pdf (Consultado el 20/03/2015).
- Sanjurjo, L. y Rodriguez, X. (2003) *Volver a pensar la clase. Las formas básicas de enseñar*. Rosario. Argentina: Homo Sapiens.
- Trillo Alonso, F. y Sanjurjo, L.(2008). *Didáctica para profesores de a pie. Propuestas para comprender y mejorar la práctica*. Buenos Aires: Homo Sapiens.
- Yuni, J. y Urbano, C. (1999) *Investigación etnográfica e investigación-acción*. Córdoba, Argentina: Editorial Brujas.

ANEXO 1 - EVALUACIÓN DEL PROPIO DESEMPEÑO

N°	INDICADOR	S I	N O	NO CONTESTA
1	¿Piensas que el uso de simulaciones te permitió reflexionar sobre los temas desarrollados ?			
2	¿Te ayudó la simulación a comprender y a interpretar mejor los conceptos físicos?			
3	¿Te permitió la simulación aclarar dudas sobre la interpretación de los conceptos físicos?			
4	¿La interpretación de fórmulas y gráficos te resultó complicada?			
5	¿Te resultó fácil elaborar hipótesis frente a una situación física dada?			
6	¿Te pareció interesante visitar las páginas web recomendadas?			
7	¿Te resultó comprensible el contenido teórico presentado?			
8	¿Te agradó que el docente de Física I empleara recursos tecnológicos como las simulaciones?			
9	¿Te gustaría que el docente continúe usando la estrategia de resolución de problemas basadas en simulaciones?			
10	¿El uso de simulaciones te ayudó a participar en mayor medida en el diálogo educativo?			
11	¿Te estimuló a que le formularas preguntas al profesor?			
12	¿Te ayudó a que formularas preguntas a tus compañeros?			
13	¿El empleo de la simulación te permitió responder con seguridad a tus compañeros?			
14	¿El docente con el uso de simulaciones estimuló a ampliar y profundizar los conocimientos?			
15	¿Te ayudaron las imágenes de las simulaciones a la comprensión de los conceptos físicos?			
16	¿Puedes afirmar que alcanzaste el logro de los objetivos de aprendizaje propuestos?			
17	¿Accediste sin dificultades a los recursos tecnológicos?			
18	¿Detectaste alguna falla en la aplicación de estos recursos?			
19	¿Puedes valorar como satisfactorio tu desempeño?			

ANEXO 2 - HOJA DE COTEJO

N°	INDICADOR	S I	N O	MAS O MENOS
1	Identifica los conceptos cinemáticos implicados en el fenómeno.			
2	Identifica las condiciones iniciales de la situación planteada.			
3	Discrimina entre la información suministrada y la solicitada.			
4	Explica el tipo de movimiento de acuerdo con los conceptos implicados en el fenómeno.			
5	Analiza la situación problemática antes de dar una idea acerca de la solución.			
6	Elabora conclusiones acordes al razonamiento lógico			
7	Contesta correctamente las preguntas que se le formulan relacionadas con el desarrollo de las actividades propuestas			
8	Puede sostener una explicación simple utilizando el simulador			
9	Elimina información innecesaria.			
10	Identifica las variables intervinientes en el fenómeno físico			
11	Realiza preguntas coherentes relacionadas con lo observado en la simulación			
12	Realiza conexiones acerca del cómo y el porqué de la ocurrencia del fenómeno, con los conceptos identificados.			
13	Interpreta los conceptos físicos a través de gráficos y modelos matemáticos (fórmulas)			
14	Maneja adecuadamente el contenido empleando vocabulario específico			
15	Diseña las posibles gráficas a ser obtenidas por el simulador, que se identifican con los conceptos desarrollados.			
16	Transfiere los conceptos aprendidos a situaciones nuevas			
17	Registra en forma ordenada la información necesaria.			
18	Aplica correctamente fórmulas o modelos matemáticos			
19	Realiza correctamente las transformaciones de unidades.			
20	Revisa la racionalidad de la respuesta al compararla con la suministrada por el simulador.			
21	Investiga otros aspectos no solicitados buscando alternativas de respuesta.			

22	Es persistente cuando intenta explicar sus ideas.			
23	Se nota que en forma responsable y comprometida ha revisado, previamente a las actividades propuestas, el contenido teórico			
24	Muestra interés por participar de las actividades propuestas ya que se focaliza en los objetivos o simulaciones utilizadas			
25	Refleja una actitud positiva hacia el contenido teórico			
26	Muestra curiosidad por el trabajo de otros, solicitando información.			
27	Solicita aclaratorias a sus compañeros o docente cuando posee dudas.			
28	Presta atención a la explicación del profesor			
29	Compara sus resultados con los obtenidos en el simulador y detecta fallas si las hay.			
30	Repite la actividad en el simulador si ha fallado en algo.			
31	Solicita la realización de actividades adicionales como práctica en la simulación.			