



Hacia una idoneidad didáctica en una clase de Física

F. J. Parra Bermúdez^{1,2}, R. Ávila Godoy³

¹Instituto de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California, Blvd. Benito Juárez y Calle de la Normal s/n, Col. Insurgentes Este, Mexicali, Baja California, México.

²Departamento de Física Universidad de Sonora, Blvd. Luis Encinas y Rosales s/n, Colonia Centro, CP: 83000, Hermosillo, Sonora, México.

³Departamento de Matemáticas Universidad de Sonora, Blvd. Luis Encinas y Rosales s/n, Colonia Centro, CP: 83000, Hermosillo, Sonora, México.

E-mail: francisco.parra@correo.fisica.uson.mx

(Recibido el 22 de Junio de 2014, aceptado el 17 de Mayo de 2015)

Resumen

Se presenta una metodología para valorar los sucesos que ocurren en el aula durante una clase o el desarrollo de un tema, la cual se denomina: idoneidad didáctica (ID), y se ejemplifica con una descripción y análisis observado para una situación problemática (SP) sobre caída de los cuerpos, su modelación con el objeto matemático proporcionalidad (OMP), apoyándose en las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC), con estudiantes de ingeniería de la Universidad de Sonora.

Palabras clave: Idoneidad didáctica, Caída libre, Tecnologías de la información y la comunicación.

Abstract

We present a methodology to assess the events that occur in the classroom during a class or during the developing of a theme, which is called: didactic suitability. We also give a description and analysis for a problematic situation on falling bodies, including a mathematical model with the proportionality mathematical object and using the technologies of information and communication (ICT), with engineering students from University of Sonora.

Keywords: Suitability didactic, freefall, information technology and communication.

PACS: 01.40.gb, 01.40.gb, 01.50.ht

ISSN 1870-9095

I. INTRODUCCIÓN

Consideramos que el propósito fundamental de las investigaciones en Física Educativa es elevar la calidad de los aprendizajes de los estudiantes, lo cual lleva implícita la necesidad de mejorar los procesos de enseñanza de la disciplina, lo que a su vez plantea como un requerimiento fundamental para la investigación, el uso de una metodología que permita describir, analizar, explicar y valorar los procesos que se dan en el aula escolar, por lo que en este trabajo vamos a presentar una propuesta metodológica denominada: *Idoneidad Didáctica* (ID), que hemos venido utilizando para analizar los procesos de instrucción y estudio que se llevan a cabo en el aula tratando de determinar el grado de (ID) de dichos procesos.

Dicha metodología proporciona elementos para analizar los fenómenos áulicos desde seis perspectivas diferentes, cada una de las cuales se corresponde con un factor cuya influencia en el proceso de estudio se considera determinante. Cabe señalar que la ID es una metodología surgida en Matemática Educativa, para analizar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas,

pero que, como señalan sus propios creadores, no es privativa de esta disciplina: “en otras áreas educativas pueden adaptarlas de modo que resulten eficaces” [1]. En esta contribución pretendemos ilustrar el uso de la metodología mencionada analizando lo sucedido en una clase de Laboratorio de Física (Mecánica Newtoniana) desarrollada en un curso que se imparte dentro de un proyecto más general en el que se investiga el papel de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la construcción de significados de los objetos matemáticos y de la Física que intervienen al estudiar situaciones problemáticas en el contexto de la Mecánica Newtoniana (MN).

Investigar el papel del uso de las TIC en el proceso de construcción de significados, tanto de objetos matemáticos como de la Física se justifica, dado que se asume que dichos significados son contextuales y que los medios (artefactos) que se utilizan para su estudio forman parte del contexto. En el caso específico del estudio del fenómeno de caída libre de los cuerpos, las TIC permiten crear ambientes de aprendizaje más dinámicos, variados, ricos y eficaces.

Sobre el papel de las TIC compartimos las opiniones de otros investigadores [2, 3].

La revisión de diversas investigaciones relativas a la enseñanza y el aprendizaje de la Física en los diversos niveles escolares, originó, por una parte que nuestras concepciones teóricas y metodológicas se vieran enriquecidas y por otra, que nuestra convicción de la necesidad de crear una metodología como la que en este reporte presentamos, se fortaleciera y nos llevara a diseñar el proyecto que estamos desarrollando en el cual se investiga tanto el problema del aprendizaje de los estudiantes como el de la formación de los profesores de manera conjunta.

Entre las investigaciones consultadas que fueron desarrolladas con el propósito de estudiar tanto la enseñanza como el aprendizaje de la Física, creemos útil citar algunas, tales como la que muestra una metodología para indagar modelos erróneos sobre la comprensión en estudiantes universitarios [4], otra que indaga sobre los conocimientos físicos adquiridos por los estudiantes al concluir un cierto nivel educativo [5], otras más sobre la aplicación del sistema 4MAT en la enseñanza de la Física [6], la formación de profesores en competencias específicas [7], algunas dificultades para cambiar y oportunidades para mejorar en educación [8].

La presentación de la metodología de referencia la hacemos en tres apartados, más las conclusiones. En el primer apartado exponemos las premisas teóricas y metodológicas en la que se sustenta el análisis de los procesos de enseñanza y aprendizaje que permiten valorar la idoneidad didáctica de lo sucedido en el aula. En el segundo presentaremos la actividad diseñada y su contexto y en la tercera, mostraremos la valoración que hicimos de la experiencia de enseñanza. Todo esto con el propósito de ejemplificar algunos aspectos de la noción de idoneidad didáctica y sus componentes.

Somos conscientes del reto metodológico que plantea la evaluación de las distintas dimensiones del constructo teórico “idoneidad didáctica”, de la cantidad y tipo de datos que se han de recoger y de la complejidad del análisis de datos. Cabe destacar que esta investigación es de corte cualitativo, razón por la cual su propósito fue describir, analizar y evaluar (conjeturar) los sucesos que se presentaron al implementar una actividad de enseñanza diseñada para desarrollarse en un aula de laboratorio de Física y que en este reporte utilizamos como medio para ilustrar la metodología que hemos denominado Idoneidad Didáctica.

En consideración a que sólo estamos en condiciones de utilizar la información de las actividades realizadas y de las interacciones profesor-estudiantes registradas a manera de bitácora y de grabaciones de audio, centraremos nuestro análisis principalmente en dos de las seis dimensiones que constituyen los elementos de la metodología denominada ID.

Las dimensiones que mostraremos son la epistémica y la cognitiva.

II. CONSIDERACIONES TEÓRICAS

La idoneidad didáctica (ID) se presenta originalmente en un marco teórico denominado Enfoque Ontosemiótico de la Cognición e Instrucción Matemática (EOS), en Matemática Educativa, pero el alcance del mismo como señalan sus propios autores [9], no se limita sólo a las matemáticas sino que puede ser trabajado en otras disciplinas como la Física, que es lo que se pretende en este trabajo. El EOS como constructo teórico y metodológico proporciona un sistema de supuestos y categorías para hacer operativas las diversas idoneidades parciales, especialmente las dimensiones epistémica y cognitiva, en el EOS son fundamentales los términos: situación problemática, objeto (conceptos, procedimientos, leyes, argumentos, lenguaje), significado (institucional, personal), obstáculo, algunos de los cuales describiremos más adelante.

Enseguida expondremos las dimensiones de análisis de la idoneidad didáctica. Una idoneidad didáctica [9] consta de 6 dimensiones.

A. Dimensión epistémica

Se refiere al grado de representatividad de los significados institucionales implementados (o previstos), respecto de un significado de referencia. Las situaciones problemáticas constituyen un elemento central de esta dimensión y el logro de una idoneidad epistémica alta requiere valorar la representatividad de diversos objetos de la Física: definiciones, procedimientos, leyes, así como la justificación de los mismos en sus representaciones (gráfica, numérica, analítica y verbal). Las tareas deben proporcionar a los estudiantes diversas maneras de abordarlas, implicando todas esas maneras, el uso de diversos objetos, a la vez que deben promover que los estudiantes conjeturen, interpreten, generalicen y justifiquen las soluciones.

B. Dimensión cognitiva

Considera el grado en que los significados pretendidos/implementados estén en la zona de desarrollo potencial de los alumnos (Vygotski, 1934) [10] y proximidad de los significados personales logrados a los significados pretendidos/implementados. Los estudiantes deben aprender la Física entendiéndola, construyendo activamente el nuevo conocimiento a partir de sus experiencias y conocimientos previos al hacer frente a situaciones problemáticas mediante el lenguaje (numérico, analítico, gráfico y verbal), conceptos, procedimientos, leyes, argumentos y relaciones entre estos elementos que conforman una idoneidad cognitiva.

C. Dimensión afectiva

Trata sobre el grado de implicación (actitudes, emociones, intereses y necesidades) del alumnado en el proceso de estudio. Lo cual se manifiesta en ciertos indicadores: las tareas tienen interés para los alumnos, se suponen

situaciones que permitan valorar la utilidad de la Física en la vida cotidiana y profesional. Se promueve la participación en las actividades, la perseverancia, responsabilidad, etc. Se favorece la argumentación y ésta se valora en sí misma y no por quién la dice. Se promueve la autoestima, evitando el rechazo, fobia o miedo a la Física.

D. Dimensión interaccional

Considera el grado de identificación y solución de conflictos, esto es cualquier disparidad entre sujetos (instituciones o individuos) sobre los significados atribuidos a un objeto) antes, durante y después del proceso de instrucción. En la interacción docente-discente, como ejemplos pueden citarse, respecto a las interacciones del profesor: la manera en que éste hace la presentación de algún tema (clara y bien organizada, sin hablar demasiado rápido, enfatizando los conceptos clave del tema, etc.), busca llegar a consensos con base en el mejor argumento, favorece el diálogo y comunicación entre los estudiantes, promueve la inclusión en el grupo y procura evitar la exclusión; fomenta la autonomía para que los estudiantes asuman la responsabilidad del estudio; implementa la evaluación formativa con la observación sistemática del progreso cognitivo de los estudiantes.

E. Dimensión mediacional

Se refiere a la disponibilidad, adecuación y uso de los recursos materiales y temporales para el desarrollo de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Se usan materiales manipulativos e informáticos que permiten introducir las situaciones problemáticas, lenguajes, procedimientos y argumentaciones adaptadas al contenido pretendido: las definiciones y leyes son contextualizadas y motivadas usando modelos concretos y visualizaciones mediante simulaciones computarizadas. El número de alumnos, horario y condiciones del aula, permite llevar a cabo la enseñanza pretendida. El tiempo (presencial y no presencial) es adecuado, se dedica el tiempo suficiente a los contenidos más importantes y que presentan más dificultad de comprensión.

F. Dimensión ecológica

Trata sobre el nivel de adaptación del proceso de estudio al proyecto educativo, directrices curriculares, condiciones del entorno social. Los contenidos, su implementación y evaluación se corresponden con el currículo, se presenta una apertura hacia la innovación didáctica basada en la investigación y la práctica reflexiva e integración de las TIC. Se planifica la educación de valores. Los contenidos se relacionan con otros contenidos intra e interdisciplinarios.

Enseguida nos referiremos a las interacciones entre las dimensiones. En los párrafos anteriores hemos identificado algunos componentes e indicadores de las dimensiones para una ID, dichas dimensiones no se deben considerar como independientes, ya que se presentan interacciones entre las mismas. Por ejemplo el uso de un recurso informático

Hacia una idoneidad didáctica en una clase de Física puede determinar el tratar ciertos problemas y las configuraciones de objetos y procesos correspondientes, lo cual conlleva determinadas formas de representación, argumentación, etc., asimismo la interacción entre el profesor y los estudiantes, el interés y motivación, y en los aprendizajes. La componente: interacción epistémica-ecológica tendría como indicador que el currículo propone el estudio de problemas de ámbitos variados como la escuela, la vida cotidiana y el trabajo. La componente temporal-cognitivo tendría como indicador que los objetivos de aprendizaje tienen en cuenta las etapas de desarrollo evolutivo de los estudiantes. En la Fig. 1. mostramos una síntesis de cómo se conforma una ID. Cabe señalar que el hexágono regular sería la situación ideal y el del interior sería una situación real en la cual se observa un sesgo hacia una de las dimensiones, si los vértices son las partes de una rueda obviamente estaría deformada y la rodadura de la misma se vería afectada, con lo cual hacemos una similitud de cómo sería el movimiento de un proceso de estudio.

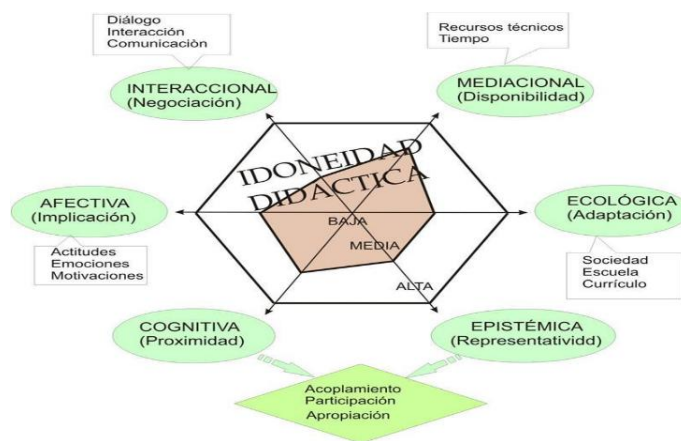


FIGURA 1. Se muestran las componentes de una idoneidad didáctica.

En el desarrollo precedente de este apartado nos referimos varias veces a los *significados*, por lo que consideramos pertinente presentar nuestras ideas al respecto: los *significados* son sistemas de prácticas operativas y discursivas, es decir: todo lo que un sujeto puede hacer, decir y pensar sobre un objeto es su significado. Los *significados* son *institucionales* y *personales*. Los *significados institucionales* son aquellos que comparte una comunidad, colectividad. El *significado institucional* puede ser: *referencial* (el establecido en los planes y programas de estudio y que promueve la institución educativa), *pretendido* (el que el profesor ha hecho suyo y realiza una planificación para promoverlo), *implementado* (el que el profesor promueve en el aula sobre el objeto de estudio) y *evaluado* (el que el profesor considera que el alumno debe lograr apropiarse). Los *significados personales* (son los significados propios de un individuo en particular, y pueden ser: *global* (todo lo que un individuo puede hacer, decir y pensar sobre un objeto), *declarado* (aquellos significados

que el individuo muestra ante una evaluación, por lo que pueden ser correctos o no) y *logrado* (son significados que el individuo ha logrado apropiarse de ellos y se corresponden con los institucionales). Los significados se enriquecen y se manifiestan al enfrentarse el sujeto a situaciones problemáticas (*SP*) para lo cual debe hacer uso de ideas, sucesos, etc., prácticamente todo lo que se puede hacer, pensar y decir en el quehacer de la Física son objetos de esta disciplina, por lo que existe una diversidad de objetos de la Física, los cuales pueden clasificarse considerando al menos seis elementos fundamentales que constituyen un primer nivel de clasificación y que pueden encontrarse en los libros de texto, apuntes del profesor, notas de los estudiantes, tales como: el *lenguaje* (mediante representaciones gráficas, numéricas, analíticas y verbales), *conceptos* (definiciones: masa, inercia, peso, etc.), *procedimientos* (algoritmos, técnicas operativas), *leyes y principios* de la Física y *argumentos* (justificación para dar validez, al proceso de solución de un problema).

Un papel fundamental en el origen y desarrollo de conocimiento en el sujeto son las situaciones problemáticas, pues al hacer frente a éstas el sujeto despliega un sistema de prácticas operativas y discursivas de las cuales emergen los objetos y sus significados que a la postre pueden llegar a convertirse en un *obstáculo*, el cual concebimos como un *significado que ante nuevas situaciones problemáticas se manifiesta y persiste* en el sujeto a pesar de ser insuficiente conceptual y metodológicamente para llegar a una solución correcta.

III. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD DIDÁCTICA

En este apartado describimos algunos aspectos que tienen que ver con la estrategia de enseñanza, a partir de una situación de caída libre para trabajarse con una simulación computarizada en línea cuyo propósito fundamental fue que los estudiantes detectaran el tipo de proporcionalidad que se presenta en un fenómeno físico descrito y logaran modelarlo matemáticamente en base a las condiciones iniciales del problema. Además, respecto a la formación de profesores, pretendemos mostrar el uso del análisis y evaluación de la ID en un proceso de estudio. Para lo cual nos planteamos las siguientes preguntas:

¿En qué medida es idóneo el proceso de instrucción observado?

¿Qué cambios se podrán introducir para mejorar la idoneidad?

¿Qué información es necesario recoger para evaluar los distintos aspectos de la idoneidad didáctica?

Para el análisis de la situación problemática, se diseñó una hoja de trabajo que contiene 13 actividades consistentes en llenar 2 tablas y contestar 11 preguntas, que se aplicaron a un grupo de 20 estudiantes del segundo semestre que cursaban el laboratorio de la asignatura de Física I (Mecánica) de la carrera de ingeniería civil de la Universidad de Sonora, el curso era de 7 horas a la semana, 5 de teoría y 2 de laboratorio, con un profesor de teoría y

otro de laboratorio que es el referente en esta experiencia. El horario fue de 13:00-15:00 y la experiencia se llevó a cabo en el semestre 2012-2. Se disponía de 7 computadoras en una aula del laboratorio de Física y de una hoja de trabajo para cada estudiante donde se presentaron las siguientes ACTIVIDADES: ingresar a la página web: <http://didactica.fisica.uson.mx/> en sala didáctica, cursos y en curso de Física con ordenador en el tema: Cinemática (Movimiento rectilíneo: Movimiento de caída de los cuerpos; en la cual podrás visualizar un experimento por simulación. Nota importante: la PC debe tener instalado el JAVA. Verificar las condiciones iniciales de la simulación, por ejemplo considerar la caída a partir del reposo. En la Fig. 2, mostramos, la simulación para el movimiento de caída de los cuerpos la cual genera una tabla de datos para el tiempo, la posición, la velocidad y la aceleración (t, x, v y a), además una gráfica de posición contra tiempo (x vs t). Las condiciones iniciales para la altura y la velocidad inicial pueden ser manipulables.

Problema: Se deja caer un cuerpo de una altura de 100 m, a partir del reposo. Inicialmente se les pide llenar una tabla (Tabla I) para diez valores diferentes del tiempo, obtener las velocidades generadas por la simulación computarizada. Enseguida con los datos anteriores construir la Tabla II, que consiste en obtener 8 cambios de velocidad con respecto al tiempo, usando la expresión: $(v_f - v_i) / (t_f - t_i) =$

Posteriormente se plantean 11 actividades que se describen en el IV apartado de este trabajo en la descripción y análisis de la dimensión cognitiva.

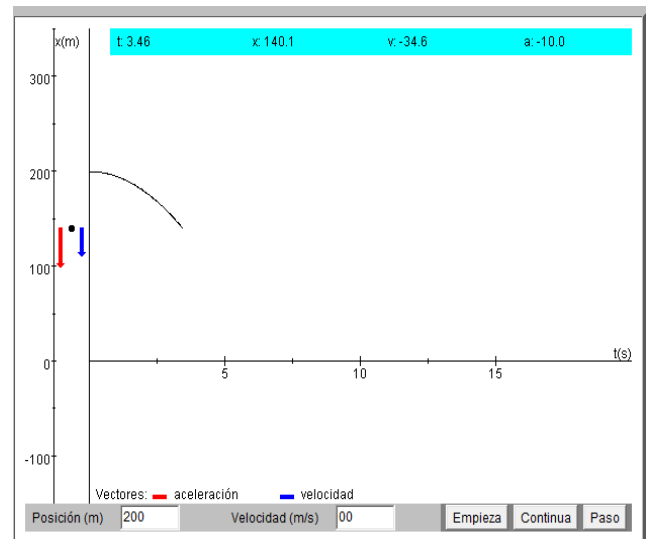


FIGURA 2. Se muestra una simulación computarizada en línea para la caída de los cuerpos.

IV. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LA IDONEIDAD DIDÁCTICA IMPLEMENTADA

Enseguida presentamos nuestros análisis y valoraciones a nivel de conjeturas de lo sucedido en el aula de laboratorio de Física, considerando las seis dimensiones de la ID.

Empezamos mostrando algunos resultados y su análisis de las respuestas de los estudiantes a las actividades de la hoja de trabajo, con base en las cuales explicamos y valoramos lo sucedido en las dimensiones epistémica y cognitiva. La información sintetizada sobre las respuestas de los estudiantes se presenta en la Figura 3.

A. Análisis de la dimensión epistémica

La observación del proceso de estudio nos permite caracterizar el sistema de prácticas operativas y discursivas efectivamente implementadas, relativas a la actividad de caída libre y el objeto proporcionalidad. La comparación de estas prácticas con el significado pretendido nos permite identificar diversos desajustes y formular conjeturas sobre la idoneidad del proceso de estudio, en cuanto a su dimensión epistémica. Con respecto al llenado de la Tabla I de la hoja de trabajo: la simulación por su diseño aparece con ciertas condiciones iniciales que no coinciden con las del problema planteado, sin embargo la mayoría de los estudiantes activan la simulación sin considerar lo anterior por lo que el profesor hace ese señalamiento a todo el grupo. Lo anterior podría evitarse si en la hoja de trabajo aparecieran con más detalle aspectos como: Verificar las condiciones iniciales de la simulación, considerando la caída a partir del reposo.

Los estudiantes muestran dificultades y pocos logros en detectar: la relación de proporcionalidad entre la velocidad y el tiempo de caída del cuerpo, así como la constante de proporcionalidad y más aún en modelar matemáticamente el fenómeno físico, con una fórmula matemática que le permita predecir la velocidad para cualquier tiempo específico (instante). Para modelar el fenómeno de caída libre; por una parte, no consideran el contexto del mismo como son las condiciones iniciales, (como si no se “hubiera” realizado el experimento virtual), por lo que presentan la expresión: $v = v_o - gt$, es decir se limitan a escribir la fórmula general para la velocidad de caída del cuerpo o sólo para un caso particular por ejemplo: $v = -10.0m/s$ para $t = 1.0s$ y no el resultado correcto que es: $v = -10.0m/s^2 t$.

En las respuestas pocos argumentan, aunque en algunas actividades está contemplado el ¿por qué?, ¿qué podemos decir?, justifica tu respuesta.

Difieren del valor de la aceleración (gravedad) dado por la simulación a pesar de que ésta lo indica en todo el recorrido.

B. Análisis de la dimensión cognitiva

Los significados personales de los estudiantes se van construyendo progresivamente a lo largo del proceso de instrucción, partiendo de unos significados iniciales al principio del proceso, y alcanzando unos determinados significados finales (logrados o aprendidos), sin embargo algunos de sus significados llegan a convertirse en serios obstáculos ante nuevas situaciones que les impiden ser

Hacia una idoneidad didáctica en una clase de Física competentes en el análisis, interpretación, argumentación y solución de problemas.

Para el llenado de la Tabla II, el 40% de los estudiantes contestó que la aceleración es constante, a pesar de que el valor de ésta siempre aparece en el experimento virtual, por lo que conjeturamos que el problema lo descontextualizan del tema de caída libre y de la simulación. Al parecer lo importante es manipular datos y obtener un resultado.

Con respecto a la Actividad 1(A1). ¿Cuál es el valor del cambio de velocidad por segundo? El 70% contestó 10m/s, cabe señalar que del porcentaje anterior, 8 estudiantes de 14 no fueron congruentes con los datos que expresaron en la Tabla II, donde la aceleración la consideraron variable.

Para la A2. ¿Permanece constante o variable el cambio de velocidad por segundo? El 50% (10 estudiantes) responden que es constante, de los cuales, 4 consideran que el cambio de velocidad por segundo es 10 m/s en la A1, y en A2 responden que el cambio de velocidad es variable.

Para la A3. ¿Qué podemos establecer de la velocidad con respecto al tiempo, conforme éste transcurre? 2 estudiantes responden que varía, 2 que es aproximadamente cte., 4 que disminuye negativamente y 12 (60%), que aumenta negativamente.

Para la A4. ¿Qué significa Físicamente el valor del cambio de velocidad por segundo? 4 estudiantes (20%), responden que la aceleración, 14 (70%) contestan que es la velocidad (de los cuales 4 consideran que es cte., 6 que aumenta, y 4 que es instantánea); 2 contestan ambiguamente como que es la “caída”.

Para la A5. ¿Cuál sería la relación matemática (ecuación) entre la velocidad y el tiempo: $v(t)=?$, que nos permitiera calcular la velocidad para diversos tiempos, no incluidos en la Tabla I, por ejemplo para $t=1.34s$, etc.? El 60% contestan que es la expresión: $v = v_o -gt$, el 30% responden expresiones ambiguas tales como: $t_f-t_i (-10)$ y el 10% presentan un cálculo, por ejemplo, $v(1.34)=6.7$.

Para la A6. ¿Existe algún tipo de proporcionalidad entre la velocidad y el tiempo? si, no ¿por qué? si, sí ¿cómo la puedes denominar? El 70% considera que sí, sin embargo las argumentaciones son muy diversas: “la velocidad aumenta de 10 en 10m/s y la cte., es la aceleración” (2 estudiantes), “porque la velocidad es cte.”(6 estudiantes) o “porque $\Delta v/\Delta t$ es la distancia” (4 estudiantes) y 2 responden que no, “porque no avanza igual al transcurrir el tiempo”, 4 no contestan.

Para la A7. Si bosquejas la gráfica (v vs t), ¿Qué puedes decir por la forma que tiene?, 50% contestan que es una parábola pero no la “leen” para el movimiento, 2 consideran que es una recta, 2 establecen relaciones entre las velocidades ($v_2=2v_1$), 2 expresan “por la forma, la aceleración es cte., y la velocidad aumenta”, 4 no contestan.

Para la A8. ¿Cómo puedes calcular la pendiente de la gráfica (v vs t)?, el 100% presentan expresiones equivalentes, pero el 50% más ligada al problema físico esto es: $(v_f - v_i)/(t_f - t_i)$, el otro 50% $(y_2 - y_1)/(x_2 - x_1)$, con respecto a ésta última la mayoría no saben relacionar las variables con el fenómeno físico, por ejemplo $(y_2 - y_1)$, se relaciona con la velocidad o con el tiempo.

Lo anterior hace suponer que unos acuden más a la memorización, la palabra pendiente les evoca la fórmula matemática, y otros tratan de aplicarla, pero en su totalidad no la calcularon.

Para la A9. ¿Qué significa Físicamente la pendiente de la gráfica (v vs t)? El 40% responden que es la aceleración, 40% que es el cambio de velocidad y 20% la distancia.

Para la A10. ¿Qué puedes decir, si la gráfica es paralela al eje del tiempo? El 60% (12 estudiantes), de los cuales 8 afirman que la velocidad es cte. y 4 más que es un MRU. El restante 40% (8 estudiantes) consideran que: "...no cae, está en reposo, la aceleración tiende a cero..."

Para la A11. ¿Cuál es la ecuación que mejor se ajusta a los puntos de la gráfica v contra t ? Esta actividad tiene similitud con la 5, sin embargo las respuestas son más ambiguas, aunque persisten expresiones tales como: $t_f - t_i (-10)$, o aún más generales, como: $v_f = v_o + at$.

En la actividad realizada, al solicitarles qué les causó mayor confusión, manifestaron: "...encontrar o hacer las relaciones matemáticas..."

"...encontrar las relaciones matemáticas entre los factores..."

"...encontrar la relación de la velocidad con respecto al tiempo..."

"...calcular la pendiente y la relación matemática..."

"...calcular la pendiente y la gráfica..."

"...los datos faltantes para las fórmulas..."

"...todo me pareció confuso porque los problemas de teoría, el profesor nos ha explicado de manera diferente..."

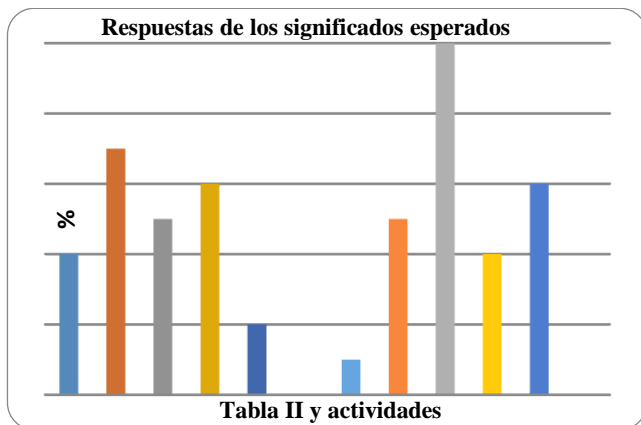


FIGURA 3. Se muestran los porcentajes de las respuestas de la tabla II y de las 11 actividades de la hoja de trabajo.

Por lo anterior concluimos que al pretender resolver la situación problemática, en los estudiantes se manifiesta un conflicto cognitivo basado en un obstáculo que podemos denominar cultural, por la enseñanza recibida: dados unos datos obtener siempre un resultado numérico o algebraico, una fórmula general, sin una comprensión y argumentación en el contexto físico. Saber Física es saber fórmulas y no construirlas, por lo que presentan un modelo fuera del

contexto del problema trabajado con la simulación computarizada.

C. Análisis de la dimensión interaccional

En la participación en equipo de 3 estudiantes, para responder la hoja de trabajo, lo que se observa es disponer de las respuestas de sólo un compañero o la respuesta magistral del profesor al regresarle a éste las preguntas de la hoja de trabajo. La interacción del profesor fue intensa con los estudiantes en las indicaciones para el manejo de la simulación, por lo que se presenta una comunicación activa entre el profesor y los estudiantes y entre cada uno de ellos, presentándose algunos conflictos en el uso de la simulación, sobre los conceptos, argumentos, representaciones gráficas y analíticas al responder las actividades planteadas en la hoja de trabajo.

D. Análisis de la dimensión afectiva

Los estudiantes muestran interés por el uso de tecnología, sin embargo los que encuentran dificultades técnicas para realizar las actividades se muestran desconcertados, al observar cómo sus demás compañeros avanzan y ellos no.

También acuden al profesor en busca de asesoría ante las preguntas que les causan mayor confusión, sin embargo se muestran perplejos al no encontrar la respuesta esperada como correcta. Quizás la motivación más fuerte es por entregar las respuestas en la hoja de trabajo antes de que finalice la sesión.

E. Análisis de la dimensión mediacional

Con respecto a los recursos materiales: los medios informáticos pretendidos son pertinentes, sin embargo la idoneidad del proceso de estudio se vio afectada negativamente porque los estudiantes no tuvieron a su alcance los medios materiales mejor adaptados para realizar la actividad didáctica, se tuvieron en algunos casos dificultades para acceder al internet, por lo que no podían ingresar al curso en línea, y en otros, aun estando en el curso no se visualizaba la simulación por no estar actualizado el programa JAVA. Sin embargo tenían la posibilidad de trabajar posteriormente en línea para finalmente presentar un reporte de la práctica virtual realizada, por lo que disponían de un periodo de tiempo flexible.

F. Análisis de la dimensión ecológica

Lo que se observó es que el contexto social-cultural influye en el uso de los recursos tecnológicos no enfocados a la ciencia, por lo que si no hay la motivación suficiente en la actividad optan por hacer un uso diferente a la actividad establecida. Al integrar las tecnologías (calculadora, computadora, internet y simulaciones computarizadas se cumple con la apertura hacia una innovación didáctica.

Asimismo el apoyo en las TIC contribuye a la formación socio-profesional de los estudiantes pues los

REFERENCIAS

futuros ingenieros deberán usar software para resolver situaciones, modelar procesos, etc.

V. CONCLUSIONES

La **ID** es una herramienta para el *análisis* y *síntesis* didáctica útil para la formación de profesores, para orientarlo de manera global y sistemática en el diseño, implementación y evaluación de su práctica docente, propuestas curriculares, experiencias de enseñanza y aprendizaje en la clase teórica y el laboratorio de Física.

Al igual que en la teoría del EOS, compartimos con otros investigadores [11, 12] que en la enseñanza de la ciencia los alumnos puedan examinar y utilizar varias representaciones como una parte natural de la manera de resolver los problemas. Que en las prácticas de resolución de problemas, se debe poner mayor énfasis en los conceptos y razonamientos cualitativos y en la reflexión sobre los procesos para resolver los problemas.

Es necesario romper con el enfoque cultural de la enseñanza de la Física que la reduce a resultados numéricos y fórmulas alejados de una comprensión conceptual de los significados institucionales.

Un obstáculo cultural que se manifiesta en el estudiante es que aprender significa manipular fórmulas desligadas de un contexto, no es aprender a “hacer” fórmulas, sino retener la información que le dieron para obtener resultados, lo que le queda de la escuela es que aprender Física es recordar fórmulas y no construirlas. El estudiante procede a dar respuestas numéricas por la formación recibida, dado que los problemas que plantean los profesores tienen siempre información suficiente para resolverse, es decir a partir de datos que se les dan, obtener siempre un resultado numérico, siendo que en los problemas de la realidad social, similares a los de la práctica profesional de los ingenieros difícilmente los problemas tienen la información suficiente para su solución. Por eso es imprescindible investigar tanto el nivel de aprendizaje de los estudiantes, como lo referente a la formación de los profesores.

El profesor necesita tener criterios que le ayuden a dilucidar qué aspectos de su práctica docente puede mejorar, tanto en lo relacionado con el diseño, como en lo referente a la implementación y la evaluación.

- [1] Font, V., Planas, N., Godino, J., <http://www.ugr.es/~jgodino/eos/modelo_anadida_25junio09.pdf>, Consultado el 10 de octubre de 2012.
- [2] Gras, A. & Cano, M., *TIC en la enseñanza de las ciencias experimentales*, Comunicación y pedagogía **190**, 39-44 (2003).
- [3] Mendoza, M. & Riveros, V., *Bases teóricas para el uso de las TIC en Educación*, Encuentro Educacional **12**, 315-336 (2005).
- [4] Sandoval, M. & Mora, C., *Modelos erróneos sobre la comprensión del campo eléctrico en estudiantes universitarios*, Lat. Am. J. Phys. Educ. **3**, 647-655 (2009).
- [5] Benegas, J., Pérez de Landazábal, M. & Otero, J., *Estudio de casos: conocimientos físicos de los estudiantes cuando terminan la escuela secundaria: una advertencia y algunas alternativas*, Revista Mexicana de Física **56**, 12-21 (2010).
- [6] Ramírez, M., *Aplicación del sistema 4MAT en la enseñanza de la Física a nivel universitario*, Revista Mexicana de Física **56**, 29-40 (2010).
- [7] Ramírez, M. & Olvera, M., *Formación de profesores de bachillerato en competencias específicas de la Física utilizando cursos intersemestrales en el IPN*, Lat. Am. J. Phys. Educ. **6**, 283-291 (2012).
- [8] Barojas, J., López, R. & Martínez, M., *Dificultades para cambiar y oportunidades para mejorar en educación: la formación de profesores de Física para el bachillerato*, Revista Iberoamericana de Educación **55**, 1-10 (2011).
- [9] Godino, J. & Font, V., *Análisis y valoración de la idoneidad didáctica de un proceso de estudio de las matemáticas*, Paradigma **27**, 221-252 (2006).
- [10] Vygotski, L., *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*, (Crítica-Grijalbo, Barcelona, 1934).
- [11] Corona, A., Sánchez, M., González, E. & Slisko, J., *Habilidades cognitivas y la resolución de un problema de cinemática: Un estudio comparativo entre los estudiantes de secundaria, bachillerato y universidad*, Lat. Am. J. Phys. Educ. **6**, 292-299 (2012).
- [12] Dufresne, R. J., Gerace, W. J. & Leonard, W. J., *Solving physics problems with multiple representations*, The Physics Teacher **35**, 270-275 (1997).