

Estrategia didáctica para el desarrollo de esquemas en resolución de problemas según la teoría de los campos conceptuales

Ramón Meleán

*Centro de Estudios Matemáticos y Físicos
Facultad de Humanidades y Educación,
Universidad del Zulia
rmeleanr@hotmail.com*

Xiomara Arrieta

*Centro de Estudios Matemáticos y Físicos
Facultad de Humanidades y Educación,
Universidad del Zulia
xarrieta2410@yahoo.com*

RESUMEN

Uno de los principales problemas que afecta a la comunidad internacional en el ámbito educativo es la baja calidad y poca pertinencia de la formación brindada al estudiante. En la presente investigación se propone, aplica y evalúa una estrategia didáctica fundamentada principalmente en la Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud, además de la Vygotsky y Ausubel, para la resolución de problemas de física. El estudio es de tipo explicativo, con diseño cuasiexperimental de dos grupos, basado en el uso de cuestionarios, complementado con filmaciones y un instructivo para baremo. La data fue analizada con técnicas de estadística inferencial, a través de pruebas t para muestras independientes. Dentro de los resultados se destaca un mayor desarrollo de los esquemas de asimilación para la resolución de problemas en los estudiantes del grupo experimental, así como un incremento en la motivación, cooperación, compromiso y evaluación de procesos.

Palabras clave: Estrategia didáctica, esquemas de asimilación, aprendizaje significativo, resolución de problemas de física, campos conceptuales.

Recibido: abril 2009

Aceptado: julio 2009

ABSTRACT

Didactic strategy for the development of schemes in the resolution of problems according to the theory of conceptual fields

One of the main problems that affects the international community in the educational field is the low quality and little relevance of the formation offered to the student. The present investigation proposes, applies and evaluates a didactic strategy based on the Vergnaud's Conceptual Fields Theory, in addition to Vygotsky's and Ausubel's, for the resolution of physics problems. The study is of explanatory type, with a quasi-experimental design of two groups, based on the use of questionnaires, complemented with the use of films and a guide for scale. The data was analyzed with inferential statistics techniques, through t tests for independent samples. Within the results stands out a greater development of the assimilation schemes for the resolution of problems in the students of the experimental group, also an increase in the motivation, cooperation, commitment and evaluation of processes.

Key words: didactic strategy, assimilation schemes, significant learning, resolution of physics problems, conceptual fields.

RÉSUMÉ

L'exercice du professeur universitaire dans le contexte de la société de la connaissance

Le but de cette étude est celui d'analyser l'exercice du professeur universitaire en tenant compte du triangle: enseignement, recherche et propagation des savoirs (*Extensión*) dans le contexte de la société de la connaissance. C'est un travail de type qualitatif où l'on a utilisé la méthode herméneutique, grâce aux sources documentaires et sur les lieux. Les techniques pour obtenir l'information ont été : l'interview, l'observation et l'analyse de documents. Cinq professeurs, choisis de manière intentionnelle, ont été les informateurs clés ; ils appartenaient à une institution universitaire du secteur militaire. Pour analyser l'information l'on a utilisé la catégorisation et la triangulation. On a pu mettre en évidence qu'il n'existe pas un traitement équitable des trois fonctions universitaires (enseignement, recherche et propagation des savoirs) ni dans la réglementation, ni dans l'exercice du professeur. On privilégie l'enseignement, on accomplit moyennement la recherche et la propagation des savoirs (*Extensión*) est presque nulle. On recommande l'intégration dynamique du triangle qui constitue la mission universitaire : enseignement, recherche et propagation des savoirs (*Extensión*).

Mots-clés: enseignement, recherche, propagation des savoirs (*Extensión*), Professeur universitaire, société de la connaissance.

RESUMO

Desempenho do professor universitário no contexto sociedade do conhecimento

O estudo teve como objetivo analisar o desempenho dos professores, considerando a tríade ensino, pesquisa e extensão, no contexto da sociedade do conhecimento. Deste ponto de vista do estudo reside no paradigma qualitativo, o método hermenêutico, com base em fontes documentais e de campo, utilizando técnicas de coleta de dados: entrevistas, observação e análise documental. Os informantes-chave foram cinco professores de uma instituição de ensino superior no sector militar, seleccionados intencionalmente. Para a análise da informação obtida foi utilizada classificação e triangulação. Concluiu-se que não existe um tratamento equitativo das três funções universitárias no regulamento, no desempenho de os professores. O foco está no ensino, pesquisa atende razoavelmente e extensão é pouco feito. Recomenda-se a integração de fundo de este trio na missão da universidade dinâmica.

Palavras-chave: Ensino, Pesquisa, Extensão Sociedade do Conhecimento, Ensino Universitário.

Introducción

La educación se concibe como un proceso dinámico e integral que exige nuevos enfoques y estrategias que permitan y propicien el desarrollo de los seres humanos mediante el despliegue de sus habilidades y destrezas, proporcionándoles de esta forma su integración a la sociedad y la oportunidad de adoptar una posición frente a ésta, acorde con el crecimiento social, político, económico y cultural del país.

El sistema educativo no escapa de las influencias del proceso de globalización y por lo tanto, la sociedad tendrá altas exigencias con respecto al dominio, manejo y producción de conocimiento, considerado un factor de crecimiento y desarrollo, donde el futuro impondrá nuevos y grandes retos a las políticas de los diferentes países referentes a la educación. En este sentido, muchas son las investigaciones que se han realizado en el campo de la enseñanza de las ciencias, y específicamente en el área de la física, área de estudio en la presente investigación (Poggioli, 2005; Arrieta y Marín, 2006; Nava, Arrieta y Flores, 2008; Meleán y Arrieta, 2008).

Particularmente, la realidad existente en la educación venezolana en cuanto a la baja calidad y poca pertinencia de la formación brindada al estudiante, redundando en un aprendizaje mecánico de la física, caracterizado por clases que generalmente consisten en copiar conceptos, leyes y principios relacionados con el tema de estudio y, memorizar, archivar o elaborar fichas con las fórmulas, las cuales se convierten en el camino para aprobar los exámenes. Esta práctica habitual, hace que las clases de física se perciban como un ambiente donde se habla acerca de las fórmulas necesarias para resolver problemas, matematizando la física desde los niveles iniciales, cuando esta ciencia es mucho más, de lo que se trata es de analizar y comprender los fenómenos naturales. Por lo tanto, se hace necesario reinventar nuevas formas o alternativas que permitan superar el escenario descrito.

La presente investigación tiene como objetivo proponer, aplicar y determinar el efecto de una estrategia didáctica fundamentada principalmente en la teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud (1990), la teoría Sociocultural de Vygotsky (1979) y la teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel (1976), centrada en resolución de problemas de física, que sustituya al modelo tradicional, donde predomina la transmisión de conceptos, teorías y ecuaciones ya elaboradas, por uno nuevo donde el papel del estudiante sea más activo, se encuentre más motivado, esté comprometido con su aprendizaje y coopere con el de su equipo de estudio, tome conciencia de la congruencia o incongruencia de los resultados obtenidos, en fin, desarrolle sus esquemas de asimilación para la resolución de problemas y logre la construcción de conocimientos científicos de manera más significativa.

Teoría de los campos conceptuales de Vergnaud

Vergnaud propone la Teoría de los Campos Conceptuales (TCC), creada a partir de los legados de Piaget y Vygotsky, ofrece un referencial para el estudio del desarrollo cognitivo y del aprendizaje de competencias complejas, particularmente aquellas implicadas en las ciencias y en las técnicas (Moreira, 2002). Un campo conceptual es definido como un conjunto de problemas y situaciones cuyo tratamiento requiere conceptos, procedimientos y representaciones de tipos diferentes pero íntimamente relacionados (Vergnaud, 1990).

La TCC supone que el propósito del desarrollo cognitivo es la conceptualización. Luego, se debe prestar toda la atención a los aspectos conceptuales de los esquemas y al análisis conceptual de las situaciones para

las cuales los estudiantes desarrollan sus esquemas de asimilación, en la escuela o fuera de ella. Los aspectos clave de la TCC son, además del propio concepto de campo conceptual, los de esquema, situación, invariante operatorio (teorema-en-acción o concepto-en-acción), y su propia noción de concepto.

Se define concepto como un triplete de conjuntos, $C = (S, I, R)$ donde:

S: es un conjunto de situaciones que dan sentido al concepto (*referente* del concepto).

I: es un conjunto de invariantes (objetos, propiedades y relaciones) sobre las cuales reposa la operacionalidad del concepto, que pueden ser reconocidos y usados por los sujetos para analizar y dominar las situaciones (*significado* del concepto).

R: es un conjunto de símbolos (lenguaje natural, gráficos, diagramas, sentencias formales, entre otros) que pueden ser usados para indicar y representar los invariantes, las situaciones y los procedimientos (*significante* del concepto).

Situación para Vergnaud no es el de situación didáctica, pero si el de problema a resolver, siendo que toda situación compleja puede ser analizada como una combinación de tareas, para las cuales es importante conocer su naturaleza y dificultades propias.

Por otra parte, esquema de asimilación o simplemente esquema, es la organización invariante del comportamiento para una determinada clase de situaciones. Es en los esquemas donde se debe investigar los conocimientos en acción del sujeto, es decir, los elementos cognitivos que hacen que la acción del sujeto sea operatoria. Vergnaud considera que los esquemas necesariamente se refieren a situaciones, a tal punto que debería hablarse de interacción esquema-situación en vez de interacción sujeto-objeto como planteaba Piaget. De esto se deriva que el desarrollo cognitivo consiste sobre todo y principalmente, en el desarrollo de un vasto repertorio de esquemas.

La definición de esquema necesita de mayores especificaciones para facilitar su comprensión, lo que denomina *ingredientes de los esquemas*, a saber:

1. *Metas y anticipaciones*, permite al individuo descubrir una posible finalidad de su actividad y, eventualmente, submetas; puede también esperarse ciertos efectos o eventos.
2. *Reglas de acción*, del tipo “si... entonces”, permiten la generación y la continuidad de secuencias de acciones del sujeto; son reglas

de búsqueda de información y de control de los resultados de acción.

3. *Invariantes operatorios*, teoremas–en–acción y conceptos–en–acción, dirigen el reconocimiento, por parte del individuo, de los elementos pertinentes de la situación; son los conocimientos contenidos en los esquemas, permiten obtener la información pertinente y de ella inferir la meta a alcanzar y las reglas de acción adecuadas.

Teorema–en–acción es una proposición sobre lo real considerada como verdadera. Concepto–en–acción es un objeto, un predicado, o una categoría de pensamiento considerada como pertinente, relevante.

4. *Posibilidades de inferencia*, permiten “calcular”, “aquí y ahora”, las reglas y anticipaciones a partir de las informaciones e invariantes operatorios que dispone el sujeto.

Metodología: Población e Instrumentos

La presente investigación se basa en el paradigma positivista ya que estudia de una realidad objetiva, presentando un diseño cuasiexperimental donde se manipula de manera deliberada la variable independiente (estrategia didáctica), para ver su efecto sobre la variable dependiente (aprendizaje significativo de la física) y los sujetos conforman grupos intactos, que ya estaban constituidos antes del proceso experimental (Hernández, Fernández y Baptista, 2006).

La población estuvo conformada por 74 estudiantes, distribuidos en las únicas dos secciones de primer año de ciencias de Educación Media, Diversificada y Profesional, de la U.E. Colegio Nuestra Señora del Pilar, ubicada en el Municipio Maracaibo del Estado Zulia. Teniendo en cuenta esas características, según Tamayo y Tamayo (2001), no es necesario realizar un muestreo, puesto que se investiga en *universo*, es decir, cuando se toma para el estudio la totalidad de la población. Los estudiantes que conformaron la muestra (37 en cada sección) tenían edades comprendidas entre 15 y 16 años, 51 eran mujeres y 23 hombres y todos eran alumnos regulares. Debido a la homogeneidad, los grupos control y experimental fueron seleccionados al azar, tal como se evidencia posteriormente en el cuadro 1.

Para la recolección de información se emplearon dos cuestionarios denominados EPRE y EPOS (anexos 1 y 2), los cuales fueron aplicados a los estudiantes y posteriormente se estableció su codificación. Cada uno

de los cuestionarios presenta un total de 9 problemas referidos a las leyes de Newton que fueron obtenidos de la revisión bibliográfica, de internet y otros fueron creados para la investigación.

El proceso de codificación se realizó de la siguiente manera: en cada ítem del cuestionario para el análisis de los esquemas, se evalúa cada uno de los indicadores: 1.- Metas y anticipaciones, 2.- Reglas de acción, 3.- Invariantes operatorios y 4.- Posibilidades de inferencia; además se planteó la pregunta "¿Cuántos problemas resolvió correctamente?, ya que mientras más problemas resuelve el estudiante se hace más evidente su aprendizaje significativo. Se aplica el cuestionario y luego se hace una discusión personalizada para profundizar en el análisis de las respuestas. La información obtenida de cada estudiante y por cada ítem se estructuró como sigue:

En el cuadro *operacionalización-ítem* (anexo 4), se escribe una equis (X) por cada respuesta afirmativa a cada una de las preguntas que aparecen en el *instructivo para baremo* (anexo 3), excepto en el subindicador 2.a donde se escribe el código correspondiente de acuerdo al *baremo* 3 (anexo 7). Luego, se cuentan las equis que hay en cada fila, y el total se escribe en cada una de las casillas de la columna *total* del mismo cuadro. Finalmente, los resultados obtenidos en dicha columna para los subindicadores 1.a, 1.b, 1.c, 2.b y 2.c se ubican en el cuadro *baremo* 1 (anexo 5) y los subindicadores 3.a, 3.b, 4.a y 4.b en el cuadro *baremo* 2 (anexo 6).

Para el análisis de resultados se utilizó el estadístico t de Student mediante una prueba de comparación de medias en muestras independientes, para cada uno de los subindicadores. La validez de contenido de los cuestionarios se determinó por la opinión de varios expertos en el área, quienes evaluaron la pertinencia, coherencia y consistencia interna de los mismos. La validez de constructo se realizó aplicando una prueba piloto a través del análisis factorial. En el apartado final se expone de manera concreta los elementos de la estrategia didáctica desarrollada.

Análisis de Resultados

La validez de contenidos de los cuestionarios fue satisfactoria, según los expertos en el área y las mayores cargas factoriales (subindicadores) se ubicaron con su factor correspondiente (indicadores). En el estudio de confiabilidad se utilizó el coeficiente Alfa de Cronbach, donde se obtuvo un valor de 0,8549, el cual se considera aceptable tomando en cuenta que se trata de una prueba de rendimiento (Ruíz, 2002). Todo el análisis se realizó mediante el programa SPSS versión 10.

La estrategia didáctica para el desarrollo de esquemas en resolución de problemas de física, se estudió mediante un diseño de experimento con grupos equivalentes (ver gráfico 1). Se seleccionaron dos grupos, experimental y control, a los cuales se les aplicó un cuestionario que contenía problemas cualitativos y cuantitativos (pretest). Al grupo experimental se le aplicó la estrategia didáctica propuesta en esta investigación, mientras que el grupo control se mantuvo con el modelo tradicional, predominantemente de tipo expositivo. Finalmente se les aplicó un cuestionario similar, pero con mayor nivel de complejidad (postest) para evaluar el efecto de la estrategia.

Resultados del pretest

La equivalencia entre los grupos experimental y control antes de la aplicación de la estrategia se muestra en el cuadro 1 para cada uno de los subindicadores. Como la variabilidad entre estos es muy semejante, se usa la prueba de igualdad de varianzas entre los grupos. Los valores de la significancia por cada uno de ellos que aparece en la tabla son superiores al 53,9%. Debido a que los valores de significación son mayores que el 5%, se infiere que estos grupos son muy semejantes. Para los tres últimos subindicadores, el paquete estadístico SPSS no arrojó ningún resultado debido a que la varianza fue cero.

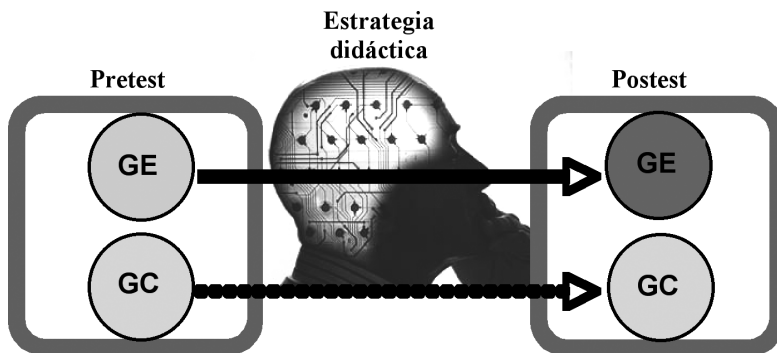


Gráfico 1.
Diseño del experimento.

Fuente: Meleán y Arrieta (2009)

Cuadro 1

Prueba para igualdad de medias entre grupos. Pretest

Subindicadores	Prueba t para la igualdad de medias			Decisión
	t	gl	sig.	
¿Focaliza el problema?	-,499	72	,620	No hay evidencia para rechazar Ho. Ho: $\mu_g \text{ control} = \mu_g \text{ exp}$
¿Reconoce datos o condiciones explícitas o tácitas?	,000	72	1,000	No hay evidencia para rechazar Ho. Ho: $\mu_g \text{ control} = \mu_g \text{ exp}$
¿Reconoce las incógnitas?	-,182	72	,856	No hay evidencia para rechazar Ho. Ho: $\mu_g \text{ control} = \mu_g \text{ exp}$
¿Puede explicar el proceso para llegar a la solución?	,000	72	1,000	No hay evidencia para rechazar Ho. Ho: $\mu_g \text{ control} = \mu_g \text{ exp}$
¿Evalúa los resultados obtenidos?	-,617	72	,539	No hay evidencia para rechazar Ho. Ho: $\mu_g \text{ control} = \mu_g \text{ exp}$
¿Puede resolver el problema de otra manera o dar una explicación alternativa?	-,314	72	,755	No hay evidencia para rechazar Ho. Ho: $\mu_g \text{ control} = \mu_g \text{ exp}$
¿Están en acuerdo con el conocimiento científico los teoremas-en-acción utilizados?	-,474	72	,637	No hay evidencia para rechazar Ho. Ho: $\mu_g \text{ control} = \mu_g \text{ exp}$
¿Son pertinentes o relevantes los conceptos-en-acción utilizados?	-,427	72	,670	No hay evidencia para rechazar Ho. Ho: $\mu_g \text{ control} = \mu_g \text{ exp}$

¿Infiere o deduce los resultados?				Varianza cero
¿Generaliza a partir de los resultados?				Varianza cero
¿Cuántos problemas resolvió correctamente?				Varianza cero

Fuente: Meleán y Arrieta (2009)

Resultados del postest

Los resultados obtenidos después de aplicar la estrategia didáctica para el desarrollo de esquemas, se determinaron a través de la prueba igualdad de medias, dando error menor al 5%. Se tiene que los dos grupos son significativamente diferentes para casi todos los subindicadores de los cuatro ingredientes o indicadores del esquema y para la pregunta *¿cuántos problemas resolvió correctamente?* Esto se aprecia en el cuadro 2.

Cuadro 2

Prueba para igualdad de medias entre grupos. Postest

Subindicadores	Prueba t para la igualdad de medias			Decisión
	t	gl	sig.	
¿Focaliza el problema?	-4,403	72	,000	Hay evidencia para rechazar Ho. Entonces Ho: $\mu_g \text{ cont} \neq \mu_g \text{ exp}$
¿Reconoce datos o condiciones explícitas o tácitas?	-4,032	72	,000	Hay evidencia para rechazar Ho. Entonces Ho: $\mu_g \text{ cont} \neq \mu_g \text{ exp}$
¿Reconoce las incógnitas?	-4,170	72	,000	Hay evidencia para rechazar Ho. Entonces Ho: $\mu_g \text{ cont} \neq \mu_g \text{ exp}$
¿Puede explicar el proceso para llegar a la solución?	-2,258	72	,027	Hay evidencia para rechazar Ho. Entonces Ho: $\mu_g \text{ cont} \neq \mu_g \text{ exp}$
¿Evalúa los resultados obtenidos?	-6,500	72	,000	Hay evidencia para rechazar Ho. Entonces Ho: $\mu_g \text{ cont} \neq \mu_g \text{ exp}$

¿Puede resolver el problema de otra manera o dar una explicación alternativa?	-2,228	72	,029	Hay evidencia para rechazar Ho. Entonces Ho: $\mu_g \text{ cont} \neq \mu_g \text{ exp}$
¿Están en acuerdo con el conocimiento científico los teoremas-en-acción utilizados?	-7,441	72	,000	Hay evidencia para rechazar Ho. Entonces Ho: $\mu_g \text{ cont} \neq \mu_g \text{ exp}$
¿Son pertinentes o relevantes los conceptos-en-acción utilizados?	-7,263	72	,000	Hay evidencia para rechazar Ho. Entonces Ho: $\mu_g \text{ cont} \neq \mu_g \text{ exp}$
¿Infiere o deduce los resultados?	-4,500	72	,000	Hay evidencia para rechazar Ho. Entonces Ho: $\mu_g \text{ cont} \neq \mu_g \text{ exp}$
¿Generaliza a partir de los resultados?	-1,739	72	,086	<u>No hay evidencia para rechazar Ho.</u> Entonces Ho: $\mu_g \text{ cont} = \mu_g \text{ exp}$
¿Cuántos problemas resolvió correctamente?	-3,212	72	,002	Hay evidencia para rechazar Ho. Entonces Ho: $\mu_g \text{ cont} \neq \mu_g \text{ exp}$

Fuente: Meleán y Arrieta (2009)

Se observa un mayor desarrollo de los esquemas de resolución de problemas en los estudiantes del grupo experimental comparados con los del grupo control, lo cual evidencia el efecto de la estrategia didáctica aplicada.

En el caso del indicador *¿generaliza a partir de los resultados?* no se dio diferencia significativa para la significancia del 5%, sin embargo, la obtenida apenas es del 8,6%. Este resultado es consistente con lo planteado con Vergnaud (1990), quien afirma que la construcción y apropiación de todas las propiedades de un concepto o de todos los aspectos de una situación es un proceso de largo aliento que se puede extender a lo largo de años, con analogías y mal entendidos entre situaciones, conceptos, procedimientos y significantes.

Además, señala que la conceptualización es la esencia del desarrollo cognitivo y por ende, del desarrollo de un amplio y diversificado repertorio

de esquemas, evitando transformar esos esquemas en estereotipos obsoletos. Los esquemas son fundamentales porque generan acciones, incluyendo operaciones intelectuales. Cuando los alumnos desarrollan nuevos esquemas, se tornan capaces de enfrentar situaciones cada vez más complejas y es precisamente allí donde se refleja la importancia de este logro.

En cuanto a la pregunta *¿cuántos problemas resolvió correctamente?*, hay una significancia del 0,2%, indicando la presencia de diferencias altamente significativas en los dos grupos cuando de resolver problemas se trata. Al respecto, para Ausubel (1976) la comprensión genuina de un concepto o proposición implica la posesión de significados claros, precisos, diferenciados y transferibles. Propone que, al buscar evidencias de comprensión significativa, la mejor manera es formular cuestiones y problemas de manera nueva y no familiar exigiendo máxima transformación del conocimiento adquirido, condición cumplida en el diseño de los cuestionarios EPRE y EPOS suministrados a los estudiantes.

La resolución de problemas es, sin duda, un método válido y práctico para buscar evidencias de aprendizaje significativo. Más aún, según Ausubel (1976), tal vez sea la única manera de evaluar, en ciertas situaciones, si los alumnos realmente comprendieron de manera significativa las ideas verbalizadas. En ese sentido, y basándose en los resultados obtenidos para la pregunta *¿cuántos problemas resolvió correctamente?*, se infiere que los aprendizajes de conceptos de dinámica obtenidos por los estudiantes del grupo experimental fueron más significativos comparados con los obtenidos por los estudiantes del grupo control.

Además, se observó que cuando los alumnos van resolviendo paulatinamente los problemas, éstos quedan en capacidad de resolver casi todas las situaciones similares que se le presenten, mostrando mayor dominio de los conceptos involucrados y quedando habilitados para considerar nuevos problemas de mayor complejidad, además de mayor autoevaluación de los resultados obtenidos. De aquí, se comprueba una ampliación de sus zonas de desarrollo próximo, en términos vygostkyanos. Por otra parte, cuando se realiza un análisis similar a los mostrados en los cuadros 1 y 2, pero utilizando los indicadores, esto es, promediando en cada uno de ellos los subindicadores respectivos, se obtienen los resultados que se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 3

Prueba para igualdad de medias entre grupos por indicadores. Postest

Indicadores	Prueba t para la igualdad de medias			Decisión
	t	gl	sig.	
1.- Metas y anticipaciones	-4,316	72	,000	Hay evidencia para rechazar Ho. Entonces Ho: $\mu_g \text{ cont} \neq \mu_g \text{ exp}$
2.- Reglas de acción	-4,643	72	,000	Hay evidencia para rechazar Ho. Entonces Ho: $\mu_g \text{ cont} \neq \mu_g \text{ exp}$
3.- Invariantes operatorios	-7,503	72	,000	Hay evidencia para rechazar Ho. Entonces Ho: $\mu_g \text{ cont} \neq \mu_g \text{ exp}$
4.- Posibilidades de inferencia	-3,372	72	,001	Hay evidencia para rechazar Ho. Entonces Ho: $\mu_g \text{ cont} \neq \mu_g \text{ exp}$

Fuente: Meleán y Arrieta (2009)

Se aprecia de manera categórica, que los grupos control y experimental, presentan diferencias altamente significativas en cuanto a cada uno de los indicadores (componentes de los esquemas) por presentar una significancia menor al 1%, lo que implica la ventaja de los logros cognitivos del grupo experimental.

Estrategia didáctica para el desarrollo de esquemas

La estrategia didáctica aplicada en la presente investigación, se centra en la resolución de problemas para el aprendizaje significativo de uno de los temas más importantes de la física, la dinámica, específicamente las leyes de Newton y los conceptos involucrados, en la cual se plantean situaciones problemáticas, ya sean cualitativas o cuantitativas, que estén dentro de la zona de desarrollo próximo del estudiante (ZDP), con la finalidad de planificar y ejecutar la solución, a través de la mediación del profesor, el uso de diagramas V y la discusión grupal, dentro de un clima caracterizado por la libertad de expresión, respeto, confianza, motivación y afecto, para analizar los resultados a la luz de la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud, tal como se ilustra en el gráfico 2.

A. Utilización de diagramas V de Gowin

Los diagramas V, son herramientas didácticas de enseñanza, aprendizaje y evaluación que permiten reconocer la relación entre lo que ya se sabe y los nuevos conocimientos que se están produciendo y deben ser comprendidos antes de integrarlos a la estructura cognitiva de manera significativa. Su elaboración permite a través de discusiones en clase, generar la construcción del conocimiento científico, en un ambiente de participación. Los elementos epistémicos de la V de Gowin posibilitan la interacción entre el dominio conceptual (conceptos, principios, teorías) y el dominio metodológico (registros, transformaciones, afirmaciones) implícito en un modelo de resolución de problemas (Moreira, 2002).

B. Provisión de situaciones problemáticas

Este elemento queda justificado porque un concepto no puede ser reducido a su definición, al menos si se está interesado en su aprendizaje y enseñanza. Según Vergnaud (1990), es a través de las situaciones y de los problemas que se pretenden resolver es como un concepto adquiere sentido para el estudiante. La principal tarea del docente es la de ayudar a los alumnos a desarrollar su repertorio de esquemas y representaciones, capacitándolos para enfrentar situaciones cada vez más complejas, permitiendo desarrollar nuevos invariantes operacionales.

Para Moreira (2002), el desarrollo cognitivo depende de situaciones y conceptualizaciones específicas porque son las que dan sentido a los conceptos; un concepto se torna significativo a través de una variedad de ellas. La provisión de situaciones problemáticas es una oportunidad de desestabilizar cognitivamente al alumno (pero no demasiado), para identificar sobre cuáles conocimientos previos el aprendiz se puede apoyar para aprender, para localizar y estudiar continuidades, rupturas y obstáculos entre conocimientos. El proponer situaciones problema de manera que la información sea novedosa, sorprendente o incongruente con los conocimientos previos de los alumnos, activan la curiosidad y el interés en el contenido del tema tratado, fomentando así el atractivo intrínseco de las tareas a realizar y lograr aprendizajes más significativos.

C. Empleo de discusiones grupales

En general, los alumnos no son capaces de explicar ni tampoco de expresar en lenguaje natural sus teoremas y conceptos-en-acción. En el abordaje de una situación, los datos a ser trabajados y la secuencia de cálculos

a ser realizados dependen de teoremas-en-acción y de la identificación de diferentes tipos de elementos pertinentes. La mayoría de esos conceptos y teoremas-en-acción permanecen totalmente implícitos, pero ellos pueden, también ser explícitos o tornarse explícitos y ahí encaja la enseñanza (Moireira, 2002).

En este sentido, el proceso de explicitación del conocimiento implícito posibilita que los conceptos y teoremas-en-acción puedan tornarse en verdaderos conceptos y teoremas científicos. El carácter del conocimiento cambia si es comunicable, debatido y compartido y es precisamente esto lo que se persigue al proponer el empleo de discusiones grupales (conjuntamente con el papel mediador fundamental del profesor). Con el empleo de discusiones grupales se busca: amplitud de conocimientos, diversidad de opiniones, mayor eficacia, sentido de pertenencia y destrezas de comunicación.

Metodología de trabajo en el aula

La metodología aplicada en el aula se llevó a cabo a través de las siguientes fases:

Fase 1: Aplicación del cuestionario EPRE a los grupos experimental y control, para determinar las condiciones iniciales de los estudiantes.

Fase 2: Conformación de los grupos de trabajo atendiendo a las recomendaciones de Priestley (2004), en cuanto a heterogeneidad de sexo, rango de habilidades variado y número impar de miembros del equipo. Cada uno de sus integrantes tuvo responsabilidades y tareas específicas, las cuales fueron rotadas.

Fase 3: Explicación, por parte del docente, de la herramienta didáctica V de Gowin, a través de las preguntas, ¿qué es?, ¿cuáles son los términos vinculados a ella?, ¿cómo se construye? y ¿cuáles son sus bondades? Se dieron algunos ejemplos y se propuso un ejercicio sobre cinemática en una dimensión, para introducirlos en el uso de esta técnica de aprendizaje. Se hizo una discusión general sobre las V de Gowin realizadas por los estudiantes y se construyó una en consenso, considerando los lineamientos establecidos.

Fase 4: Exposición del proceso de resolución de problemas, explicando lo que es un problema y su diferencia del ejercicio, las fases propuestas por Lejter de Bascones (2002) para el área de la física, tales como: *focalización del problema, representación, planificación de la solución, ejecución del plan y evaluación*

de la solución, y las heurísticas utilizadas en ese proceso planteadas por Cruz (2000), a saber: *búsqueda de submetas, analogías y semejanzas, ensayo y error, trabajo hacia atrás, reducción del espacio del problema*, entre otras. Se mostraron ejemplos, errores y omisiones frecuentes por parte de los resolutores novatos y muchos beneficios que obtienen las personas que resuelven problemas.

Fase 5: Introducción al contenido programático, elaborando individualmente un diagrama V sobre el tema indicado por el profesor, el cual sería abordado en la siguiente sesión de clase, para construir uno en consenso por cada grupo. Para el cumplimiento de esa actividad se le suministró una lectura sobre el tema a tratar. Luego de la construcción de las V, se procedió a la exposición por parte de un miembro de cada equipo, en un lapso de diez minutos, para su posterior discusión. Al finalizar las exposiciones, el docente hizo una síntesis de las ideas científicas abordadas.

Fase 6: Presentación de diversas situaciones problemáticas abiertas (predominantemente cualitativos) a cada grupo con la intención de interactuar con sus esquemas previos de resolución de problemas, y que estén dentro la zona de desarrollo próximo (ZDP) de los estudiantes, de tal manera que no abandonen la actividad por ser muy fáciles y los aburra o muy difíciles y los desanime.

Fase 7: Indagación de las concepciones previas de los estudiantes para identificar la pertinencia o veracidad de sus invariantes operatorios, frente a la situación problemática planteada, determinando los posibles subsumidores y obstáculos.

Fase 8: Explicación y corrección de los conocimientos contenidos en sus esquemas, a través de la mediación, la provisión de situaciones problemáticas alternativas para inducir conflicto cognitivo, el uso de palabras y símbolos, la construcción del conocimiento y la formalización. Mejora de los otros componentes de los esquemas (metas y anticipaciones, reglas de acción y posibilidades de inferencia) a través de las fases del proceso de resolución de problemas. Localización y estudio de rupturas y discontinuidades en los conceptos, según terminología de Vergnaud (1990). Asignación de construcción de materiales y equipos (de manera grupal) donde se apliquen los principios físicos estudiados.

Fase 9: Provisión de nuevas situaciones problemáticas hasta lograr la construcción de conceptos por parte de los estudiantes y sus invariantes operatorios estén en acuerdo con el conocimiento científico, pudiendo hacer transferencia y transformación en otros contextos, respetando el tiempo de aprendizaje individual.

Fase 10: Presentación con ayuda del computador, de experiencias alusivas a los conceptos bajo estudio, a través de simulaciones, videos, páginas web, software educativo, entre otros, permitiendo la optimización del tiempo invertido en la clase para la resolución de problemas, aumentando la capacidad crítica y evaluadora de los estudiantes.

Fase 11: Motivación de los alumnos con apoyo de estrategias constructivistas propuestas por Díaz y Hernández (2002), con las cuales se persiguió activar la curiosidad y el interés del alumno en el contenido a estudiar. Estas consistieron en: a) presentar información nueva, sorprendente o incongruente con sus conocimientos previos; b) mostrar la relevancia del contenido para el alumno; c) fomentar la autonomía, la responsabilidad y la participación en la toma de decisiones; d) promover el aprendizaje cooperativo sin desatender al mismo tiempo las necesidades individuales; e) convertir la evaluación en una oportunidad de aprendizaje y no de temor; f) adaptar las actividades a los ritmos de aprendizaje; g) establecer expectativas y dar mensajes que mejoren la autoestima positiva de los alumnos y su desempeño.

Fase 12: Aplicación de cuestionario EPOS a los grupos experimental y control para comparar las diferencias en cuanto al desarrollo de sus esquemas.

Se recomienda que en todas las fases predomine un clima de afecto, caracterizado por la franqueza, la confianza y el respeto, donde exista plena libertad de expresión, sin temor al ridículo; además, se refuerce la seguridad del alumno a través de la confianza, la empatía y el sentido del éxito. Debe evitarse los mensajes donde exista contradicción entre el lenguaje corporal y el verbal porque generan desconcierto, inseguridad y enseñan a desconfiar, así como expresiones sarcásticas y juicios permanentes.

Conclusiones

Considerando los resultados obtenidos y en consonancia con los objetivos de la presente investigación, se afirma que hubo un desarrollo notable en los esquemas de asimilación para la resolución de problemas y en los logros cognitivos de los estudiantes del grupo experimental. Esta afirmación está sustentada en las diferencias significativas encontradas en las pruebas de hipótesis realizadas, a favor del grupo experimental, en cada uno de los subindicadores de los componentes de los esquemas, a saber: metas y anticipaciones, reglas de acción, invariantes operatorios y posibilidades de inferencia, según la terminología de Vergnaud, observadas en todas las situaciones problemáticas del posttest. Asimismo, los estudiantes de

este grupo resolvieron más problemas que los del grupo control, lo cual es una evidencia de aprendizaje significativo, consistente con el conocimiento científico, tal como lo plantea Ausubel (1976).

La estrategia didáctica aplicada redundó en beneficio del aprendizaje significativo de los contenidos de física, permitiendo la construcción de conceptos científicos y su transferencia a nuevos contextos y situaciones, pudiéndose aplicar en otras áreas del conocimiento, como matemática, biología y química, sin mayores requerimientos que la disposición del docente y de los alumnos a nuevas formas de enseñar y aprender.

Se logró fomentar el trabajo cooperativo en el aula, propiciando un mayor sentido de pertenencia, responsabilidad y participación de los estudiantes en las clases, mejoras en el uso del lenguaje, disminución de las frustraciones al resolver un mayor número de problemas con criterios sólidos de evaluación de los procesos y los resultados obtenidos e incremento en su motivación y compromiso. Todo esto permitió una ampliación de las zonas de desarrollo próximo de los alumnos que conformaron la muestra de estudio, fin último de la teoría de Vygostky.

Referencias

- Ausubel David. (1976). *Psicología educativa. Un punto de vista cognitivo*. Editorial Trillas. México.
- Arrieta Xiomara y Marín Nicolás (2006). Las prácticas habituales de física y la transferencia de conocimiento. *Encuentro Educativo*. Vol.13, N° 3, 401- 413.
- Cruz Cipriano (2000). *La solución de problemas y sus implicaciones didácticas*. Departamento de Matemática Aplicada. Facultad de Ingeniería. Universidad Central de Venezuela.
- Díaz Frida y Hernández Gerardo (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. (2ª Edición). Editorial McGraw Hill Interamericana. México.
- Hernández Roberto, Fernández Carlos y Baptista Pilar (2006). *Metodología de la investigación*. (4ª Edición). Editorial McGraw-Hill. México.
- Lejter de Bascones, Jeannette. (2002). *Resolución de problemas de papel y lápiz en física*. Editora María Maite Andrés. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Caracas, Venezuela.
- Meleán Ramón y Arrieta Xiomara (Tutora) (2008). *Estrategia didáctica basada en resolución de problemas para el aprendizaje significativo de la física*. Tesis inédita.

- Doctorado en Ciencias de la Educación, Universidad Dr. Rafael Belloso Chacín, Maracaibo.
- Moreira Marco (2002). *La teoría de los campos conceptuales de Vergnaud, la enseñanza de las ciencias y la investigación en el área*. [Documento en línea]. Consultado el 5 de abril de 2006 en: www.if.ufrgs.br/~moreira/vergnaudespanhol.pdf.
- Nava Marianela, Arrieta Xiomara y Flores María (2008). Ideas previas sobre carga, fuerza y campo eléctrico en estudiantes universitarios. Consideraciones para su superación. *Revista Telos*. Vol. 10, N° 2, 308-323.
- Priestley Maureen (2004). *Teorías cognitivas de aprendizaje*. (1ª Edición). Editorial Trillas. México.
- Poggioli Lisette (2005). *Estrategias de resolución de problemas*. Libro 5. Serie Enseñando a aprender. (Segunda edición). Fundación Polar, Venezuela.
- Ruíz Carlos (2002). *Instrumentos de investigación educativa. Procedimiento para su diseño y validación*. (2ª edición). Editado por CIDEG. Barquisimeto, Venezuela.
- Tamayo y Tamayo Mario (2001). *El proceso de la investigación científica*. (4ª edición). Editorial Limusa.
- Vergnaud Gerard (1990). La teoría de los campos conceptuales. *Revista Recherches en Didactique des Mathématiques*. Vol. 10. No.2, 3, 133-170
- Vergnaud Gerard (2006). *Representación y actividad: Dos conceptos estrechamente asociados*. [Documento en línea]. Disponible: http://www.waece.org/cdlogicomatematicas/ponencias/geradvernaurd_pon_es.htm [Consulta: 2007, marzo 15]
- Vygotsky Lev (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Crítica.

Ramón Segundo Meleán Rojas

Lic. en Educación Mención Matemática y Física (1993)/Universidad del Zulia/Venezuela, Magister Scientiarum en Matemática. Mención Docencia (2004 - Universidad del Zulia/Venezuela), Dr. en Ciencias de la Educación (2008 - Universidad Rafael Belloso Chacín/Venezuela). Adscrito al Centro de Estudios Matemáticos y Físicos, Facultad de Humanidades y Educación, Universidad del Zulia.

Xiomara del Valle Arrieta de Uzcátegui

Lic. en Educación Mención Matemática (1984 - Universidad del Zulia/Venezuela), Magister Scientiarum en Matemática Aplicada (1990 - Universidad del Zulia/Venezuela), Magister Scientiarum en Ciencias Aplicadas. Área Física (1992), Doctora en Ciencias Humanas, en la línea de investigación "Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales" (2003). Adscrita al Centro de Estudios Matemáticos y Físicos, Facultad de Humanidades y Educación, Universidad del Zulia.

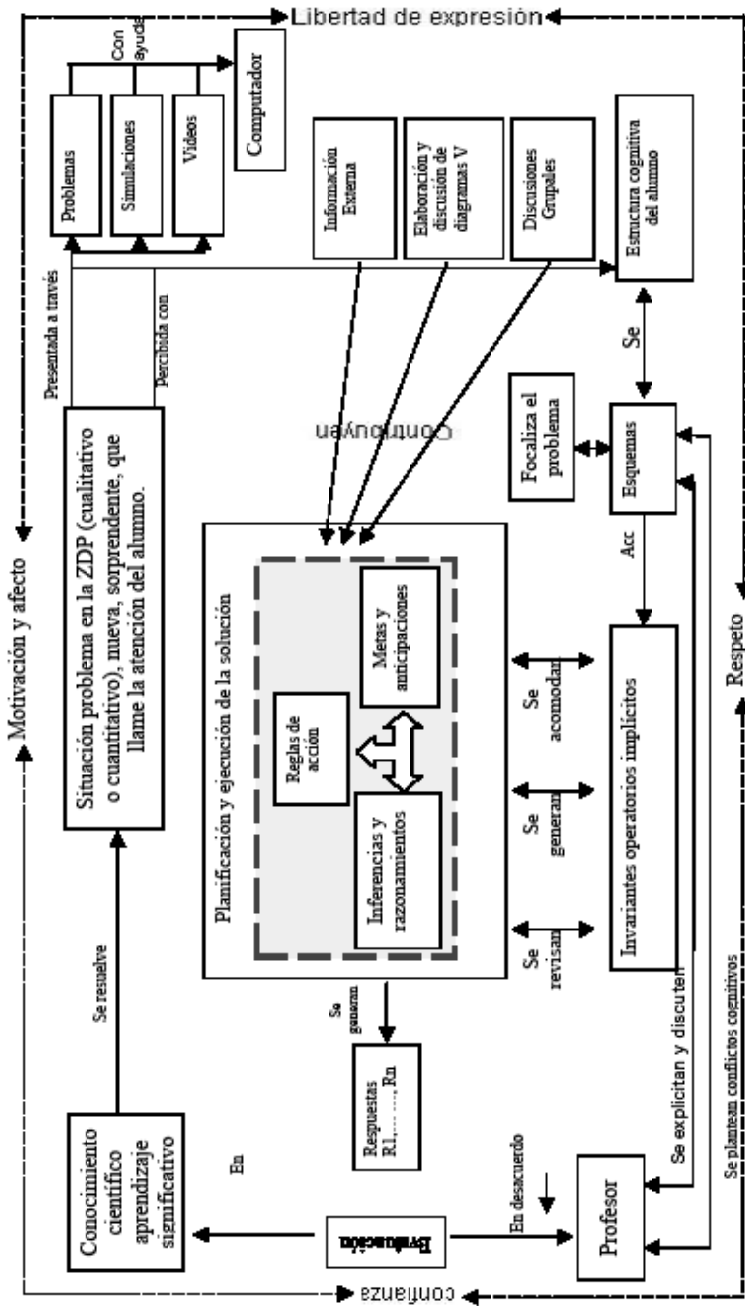


Gráfico 2. Esquema de la estrategia didáctica propuesta. Fuente Meleán y Arrieta, 2008



ANEXO 1



CUESTIONARIO PARA LA DETECCIÓN DE LOS ESQUEMAS PREVIOS (EPRE)

Las proposiciones presentadas a continuación tienen la finalidad de recabar información sobre los esquemas previos que utilizan los estudiantes para la resolución de problemas de dinámica, específicamente en las leyes de Newton, de los que alumnos que cursan Física durante el año escolar 2007 - 2008 en la U. E. Colegio Nuestra Señora del Pilar.

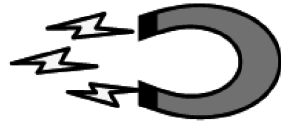
Instrucciones

1. Lee con atención cada una de las situaciones que se presentan.
2. Por favor, responde escribiendo el mínimo detalle que consideres pertinente para explicar el problema planteado.
3. Esfuérzate en dar respuesta a cada una de las situaciones planteadas.
4. No comentes con tus compañeros. El cuestionario es individual.

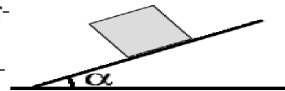
1. Un pasajero sentado en la parte trasera de un autobús afirma que se lastimó cuando el conductor aplicó precipitadamente los frenos provocando que una maleta saliera volando hacia él desde el frente del vehículo. Si tu fueras el juez de este caso, ¿qué decisión tomarías? ¿En qué leyes físicas te sustentas?



2. Entre un clip de hierro y un imán, ¿quién atrae a quién? ¿Quién atrae con mayor fuerza? ¿Quién adquiere mayor aceleración? ¿En qué leyes físicas te apoyas?



3. En la figura, a medida que α se aproxima a 90° , ¿a qué valores se aproximan la aceleración, la fuerza normal y el peso ejercido sobre el bloque? Representa las fuerzas en un diagrama para cada una de las situaciones donde α sea igual a 0° , 20° , 70° y 90° .



4. Una persona de 80Kg se lanza desde la cima de un edificio muy alto y su paracaídas no abre. Luego de 15s, su caída es totalmente vertical y su velocidad permanece en 288Km/h. ¿Cuál es el valor de la fuerza resultante sobre el paracaidista ese instante? Dibuja un diagrama donde representes las fuerzas que actúan sobre el paracaidista.



5. A veces, cuando un automóvil choca por detrás a otro que está en reposo, una persona que vaya en el automóvil delantero puede desnucarse. Explica por qué la cabeza de la víctima parece ser arrojada hacia atrás en el momento del choque. ¿Realmente es así o es un mito? Explica qué leyes físicas apoyan o niegan esta situación.



6. Generalmente, las autoridades de tránsito manifiestan la importancia del uso del cinturón de seguridad argumentando que “aumenta la seguridad”, “evita daños mayores en caso de accidente” o “estarás más protegido”, pero no dan una explicación física sobre cómo o por qué protege al conductor durante el accidente y mucho menos se apoyan en alguna ley física para dar tal explicación. Proporciona la explicación y susténtala con alguna ley física. ¿Importa usar el cinturón holgado y con el espaldar muy inclinado. ¿Por qué?



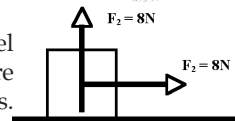
7. Imagínate que una persona usa unos patines para empujar un “carrito de supermercado” con las ruedas bien lubricadas y el piso muy pulido. ¿Se mueve la persona, el carrito o ambas? ¿Influye el hecho de que el carrito esté vacío o lleno? ¿Qué leyes físicas explican esta situación?



8. En la colisión frontal de una bicicleta y un camión pesado, ¿cuál de los dos vehículos recibe mayor impacto? ¿Qué explicación física le das al hecho obvio de que la bicicleta se lleva la peor parte? ¿Qué leyes físicas explican tal situación?



9. En la figura, considera que la fuerza de fricción entre el bloque y la superficie es nula. ¿Cuál es la fuerza neta sobre el bloque si su peso es 2N? Detalla cada paso que realizas.



ANEXO 2

CUESTIONARIO PARA LA DETECCIÓN DE LOS ESQUEMAS POSTERIORES (EPOS)

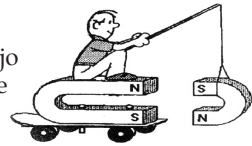


Las proposiciones presentadas a continuación tienen la finalidad de recabar información sobre los esquemas posteriores que utilizan los estudiantes para la resolución de problemas de dinámica, específicamente en las leyes de Newton, de los que alumnos que cursan Física durante el año escolar 2007 - 2008 en la U. E. Colegio Nuestra Señora del Pilar.

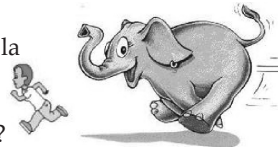
Instrucciones

5. Lee con atención cada una de las situaciones que se presentan.
6. Por favor, responde escribiendo el mínimo detalle que consideres pertinente para explicar el problema planteado.
7. Esfuérzate en dar respuesta a cada una de las situaciones planteadas.
8. No comentes con tus compañeros. El cuestionario es individual.

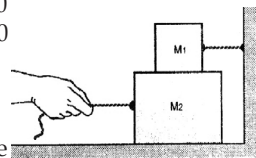
1. Un inventor decide patentar un vehículo de transporte barato usando una patineta. El mecanismo para andar consiste simplemente en un par de imanes, uno que está fijo a la patineta y el otro móvil, como se ilustra en el dibujo de abajo. Analiza el aparato inventado. ¿Crees que funcionará? Explica que sucederá. ¿Qué leyes físicas explican esta situación?



2. ¿Cómo salvarse si un elefante nos persigue y tiene velocidad suficiente como para alcanzarnos? Dicen que la forma más segura es correr en zigzag. ¿Crees que correr de esa forma es más seguro que hacerlo en línea recta? Explica por qué. ¿Cuál ley física sustenta tu explicación?



3. Un bloque de 10 kg se coloca encima de un bloque de 20 kg. Se aplica una fuerza horizontal de 90 N al bloque de 20 kg, mientras que el bloque de 10 kg está atado a la pared. Se sabe que el coeficiente de fricción cinética entre las superficies en movimiento es 0,25. Determina la aceleración del bloque de 20 kg y la tensión de la cuerda del bloque de 10 kg.



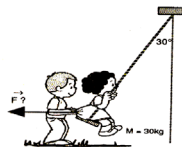
4. El carrito de la figura lleva acoplado un globo que cuando se sopla y se suelta hace andar al carrito. Explica por qué el carrito se mueve. ¿Por qué al vaciarse el globo el carrito se detiene? ¿Qué ley explica lo que sucede?



5. ¿Por qué en un semáforo que tenga dañada la luz amarilla es más probable que ocurran choques que en otro que funcione bien? Recuerda que la luz amarilla es para avisar que muy pronto va a encender la luz roja. ¿Por qué no es necesaria una luz "azul" que avise el pronto encendido de la luz verde? Argumenta tu explicación apoyándote en alguna ley física.



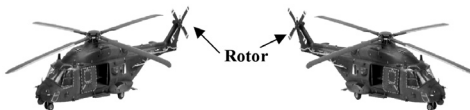
6. Una niña de masa $M = 30 \text{ kg}$ está en un columpio sostenida por su amiguito. ¿Qué fuerza horizontal F debe aplicar el amiguito, para mantenerla en reposo en una posición en que la cuerda forme un ángulo de 30° con la vertical? Suponte que la silla del columpio es muy liviana.



7. Muchas veces, cuando vas al supermercado, e intentas halar un carrito de la fila, éste se queda “pegado” de uno o varios carritos más. ¿Qué harías para solucionar ese problema? ¿Qué ley física te ayudaría a resolver esta situación?

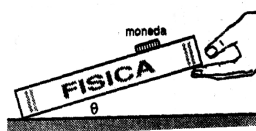


8. ¿Qué función cumple el rotor de un helicóptero? Explica detalladamente el comportamiento del helicóptero si el rotor se detuviera.



Suponte que en pleno vuelo, los pilotos A y B miran hacia arriba y observan que la hélice gira en el mismo sentido de las agujas del reloj. Entonces, ¿en cuál de los dos helicópteros el rotor está instalado correctamente? ¿Qué sucede en el otro helicóptero? Sustenta tus argumentos con alguna ley física.

9. Una moneda descansa sobre un libro que está inclinado respecto a la horizontal. Probando a diferentes ángulos de inclinación, se encuentra que cuando $\theta = 15^\circ$ empieza a deslizarse la moneda sobre el libro. ¿Cuál es el coeficiente de fricción estática entre la moneda y el libro?



ANEXO 3 INSTRUCTIVO PARA BAREMO

Indicador	Subindicadores	Escala
1	a) ¿Focaliza el problema?	1) No 2) Mal 3) Parcialmente mal 4) Parcialmente bien 5) Bien
	b) ¿Reconoce datos o condiciones explícitas o tácitas?	1) No 2) Mal 3) Parcialmente mal 4) Parcialmente bien 5) Bien
	c) ¿Reconoce las incógnitas?	1) No 2) Mal 3) Parcialmente mal 4) Parcialmente bien 5) Bien

2	a) ¿Puede explicar el proceso para llegar a la solución?	1) No 2) Usa gráficos o símbolos 3) Explica en lenguaje corriente o usa mal las fórmulas 4) Explica en lenguaje científico 5) Explica en lenguaje corriente o usa mal las fórmulas y usa símbolos o gráficos 6) Explica en lenguaje científico y usa símbolos o gráficos
	b) ¿Evalúa los resultados obtenidos?	1) No 2) Mal 3) Parcialmente mal 4) Parcialmente bien 5) Bien
	c) ¿Puede resolver el problema de otra manera o dar una explicación alternativa?	1) No 2) Mal 3) Parcialmente mal 4) Parcialmente bien 5) Bien
3	a) ¿Están en acuerdo con el conocimiento científico los teoremas-en-acción utilizados?	1) En desacuerdo 2) Parcialmente en desacuerdo 3) Regular 4) Parcialmente de acuerdo 5) De acuerdo
	b) ¿Son pertinentes o relevantes los conceptos-en-acción utilizados?	1) En desacuerdo 2) Parcialmente en desacuerdo 3) Regular 4) Parcialmente de acuerdo 5) De acuerdo
4	a) ¿Infiere o deduce los resultados?	1) En desacuerdo 2) Parcialmente en desacuerdo 3) Regular 4) Parcialmente de acuerdo 5) De acuerdo
	b) ¿Generaliza a partir de los resultados?	1) En desacuerdo 2) Parcialmente en desacuerdo 3) Regular 4) Parcialmente de acuerdo 5) De acuerdo
	¿Cuántos problemas resolvió correctamente?	Número de problemas resueltos correctamente

ANEXO 4 CUADRO OPERACIONALIZACIÓN-ÍTEM

	Ítem 1	Ítem 2	Ítem 3	Ítem 4	Ítem 5	Ítem 6	Ítem 7	Ítem 8	Ítem 9	Total	Código
1.a											
1.b											
1.c											
2.a											
2.b											
2.c											
3.a											
3.b											
4.a											
4.c											

ANEXO 5 BAREMO 1

No		Mal		Parcialmente mal		Parcialmente bien		Bien	
1		2		3		4		5	
0	1/9	2/9	3/9	4/9	5/9	6/9	7/9	8/9	9/9

ANEXO 6 BAREMO 2

En desacuerdo (ED)		Parcialmente en desacuerdo (PD)		Regular (RG)		Parcialmente de acuerdo (PA)		De acuerdo (DA)	
1		2		3		4		5	
0	1/9	2/9	3/9	4/9	5/9	6/9	7/9	8/9	9/9

ANEXO 7
BAREMO 3

No	Usa gráficos o símbolos (UGS)	Explica en lenguaje corriente (LECO)	Explica en lenguaje científico (LECI)	Aplica mal las fórmulas y usa gráficos o símbolos (AFGS)	Explica en lenguaje científico y usa gráficos o símbolos (LCGS)
1	2	3	4	5	6