



## Técnicas de aprendizaje colaborativo en el laboratorio de bachillerato para el aprendizaje de cantidades físicas vectoriales

Florencio Monroy Romero<sup>a</sup>, Susana Orozco Segovia<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Escuela Nacional Preparatoria 3 "Justo Sierra" Av Ingeniero Eduardo Molina 7342, Constitución de la República, 07469, Cd. MX, México. Maestría en Docencia para la Educación Media Superior, Unidad de Posgrado, Edificio B, cub. 106, Circuito de Posgrados s/n, CU, Cd. MX. 04510, México

<sup>b</sup>Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. Universidad 3000, col. Universidad Nacional Autónoma de México CU, Coyoacán Cd. MX, 04510, México

### ARTICLE INFO

**Received:** October 1, 2017

**Accepted:** October 30, 2017

**Available on-line:** November 3, 2017

**Keywords:**

Cantidad física vectorial  
Aprendizaje basado en problemas  
Aprendizaje experiencial y por descubrimiento  
Trabajo colaborativo

**E-mail addresses:**

[morfcu@ciencias.unam.mx](mailto:morfcu@ciencias.unam.mx)  
[sos@ciencias.unam.mx](mailto:sos@ciencias.unam.mx)

ISSN 2007-9842

© 2017 Institute of Science Education.  
All rights reserved

### ABSTRACT

Diversos estudios, muestran las dificultades de los estudiantes por alcanzar un aprendizaje significativo del carácter vectorial de distintas cantidades físicas, ya que muchos alumnos a lo más desarrollan el concepto de vector como un conjunto de ecuaciones que deben ser memorizadas. En este trabajo se muestra una secuencia didáctica para el aprendizaje con significado de cantidades físicas vectoriales. La secuencia está basada en las técnicas POE (Predecir, Observar, Explicar), la cual está relacionada con el aprendizaje experiencial y por descubrimiento y la de ABP (Aprendizaje Basado en Problemas) con ésta estrategia se hace énfasis en la enseñanza por descubrimiento, para que el alumno construya su propio aprendizaje en la metodología, la aplicación y el aprendizaje de los procesos. Con la estrategia ABP es posible abordar el aprendizaje como un proceso cognitivo por etapas de desarrollo. El objetivo de la estrategia es que los alumnos identifiquen la direccionalidad e intensidad asociadas a cantidades físicas vectoriales propias de fenómenos electromagnéticos y relacionen la direccionalidad e intensidad con el concepto de cantidad vectorial (característica vectorial), y que además asocien el concepto físico de vector con el concepto matemático. También se busca que la información sea contextualizada en un ambiente de trabajo colaborativo para generar en los alumnos un aprendizaje significativo. Por lo que se organizó a los alumnos en equipos y se les pidió que, realizaran predicciones, observaciones, hipótesis, mediciones, investigaciones, así como conclusiones y reportes. La estrategia ha sido probada en clases de laboratorio y teoría de Física del primer año de Preparatoria en el bachillerato de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Educational research shows that many students have difficulty in achieving meaningful learning about the vector character of physical quantities; the rote learning is used to develop the vector concept as a system of equations. In this work, a didactic sequence to learn the vector concept based on direct experience is shown, using POE technique (Predict, Observe, Explain), related with discovery and experiential learning, and the PBL process (problem based learning). The main objective of this didactic sequence is that the students identify the magnitude and direction of electromagnetic physical quantities with the length and direction of a vector, and connect the physical concept with the mathematical concept. Also, the learning is acquired in a collaborative working environment in order to achieve meaningful learning. The students were organized in group work to do predictions, observations, hypotheses, measurements, as well, conclusions and reports. The strategy was tested in teaching laboratories and theory

---

classes, in the 10<sup>th</sup> grade of high school in the educational system of Universidad Nacional Autónoma de Mexico.

---

## I. INTRODUCCIÓN

Las cantidades físicas vectoriales son usadas en diferentes disciplinas, por ejemplo en Biología y Medicina se requieren el uso de: campos magnéticos, campos eléctricos, gradientes de temperatura, gradientes de concentración, gradientes de presión, y en Economía: gradientes de salario urbano, gradientes de renta entre otros[1,2,3], por lo que el concepto de vector es clave en la asignatura de Física en el bachillerato. El uso de los vectores en otras áreas del conocimiento, distintas a la Física, realza la importancia de su aprendizaje, de tal modo que todo alumno de nivel bachillerato, desee o no continuar con sus estudios a nivel profesional, deben adquirir un entendimiento fundamental de las cantidades físicas vectoriales y de las operación entre ellas[4].

Los profesores enfrentan diferentes problemáticas para enseñar la Física, como es el desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de esta asignatura, debido a una imagen y valoración negativa de la misma, y las sensaciones experimentadas en la clase "usual", es decir aquella donde el maestro imparte una clase de manera magistral, en la que el contenido es el centro [5,6]. Por otro lado, una problemática significativa se manifiesta en la comprensión y aplicación del concepto de cantidad vectorial física y de vector (sentido matemático), la cual llega a persistir pese a realizar intervenciones para evitarlas[7]. Por lo que en este caso particular, se han encontrado problemas tanto en el entorno del proceso enseñanza-aprendizaje, como en la comprensión del concepto y de la relación entre el símbolo matemático-fenómeno físico.

Otro factor que un profesor debe tener presente para planear su clase son los objetivos planteados en el plan de estudios para el Bachillerato UNAM, como son que los alumnos desarrollen las competencias de aprender a aprender, aprender a hacer y aprender a ser, para que se cumpla dicho propósito la estructura curricular está dividida en áreas, una de ellas es el área de Física [8] que incide de manera importante en el cumplimiento de tales objetivos, ya que ayuda a generar un pensamiento crítico y abstracto. Además que su enseñanza requiere: de actividades en equipo, las cuales fortalecen la interacción entre pares; de la manipulación de diferentes instrumentos, capacitando a los alumnos en el uso de la tecnología; de la redacción, por lo que también promueve la práctica de la escritura y la comprensión de la lectura.

En este trabajo se muestra una secuencia didáctica para el aprendizaje con significado de cantidades físicas vectoriales. La secuencia está basada en las técnicas POE (Predecir, Observar, Explicar) [9], la cual está relacionada con el aprendizaje experiencial y por descubrimiento y la de ABP (Aprendizaje Basado en Problemas) [10], en la que un grupo de estudiantes analiza y resuelve un problema dado, en la presencia del profesor como un facilitador, con ésta estrategia se hace énfasis en la enseñanza por descubrimiento, para que el alumno construya su propio aprendizaje en la metodología, la aplicación y el aprendizaje de los procesos. Con la estrategia ABP es posible abordar el aprendizaje como un proceso cognitivo por etapas de desarrollo. También se busca que la información sea contextualizada en un ambiente de trabajo colaborativo para generar en los alumnos un aprendizaje significativo, por lo que se organizó a los alumnos en equipos y se les pidió que en diferentes actividades realizaran predicciones, observaciones, hipótesis, mediciones, investigaciones, así como conclusiones y reportes.

La estrategia ha sido probada en clases de laboratorio y teoría de Física del primer año (4o año) en la Escuela Nacional Preparatoria 3 Justo Sierra de la Universidad Nacional Autónoma de México. El objetivo de este trabajo/estrategia es que los alumnos identifiquen la direccionalidad e intensidad asociadas a cantidades físicas vectoriales propias de fenómenos electromagnéticos y relacionen la direccionalidad e intensidad con el concepto de cantidad vectorial (característica vectorial), y que además asocien el concepto físico de vector con el concepto matemático. En este trabajo se muestran los resultados obtenidos durante la prueba.

## II. MARCO TEORÍCO

La complejidad de los contenidos en las ciencias y el cómo se "enseña-aprende" son dos factores que influyen sustancialmente en la educación científica, la relación entre estos factores genera una falta de conexión entre lo que se aprende en la escuela y lo que se vive fuera de ella en la práctica cotidiana. Con el fin de garantizar un aprendizaje significativo [11] en la escuela es necesario tener un aprendizaje situado [12] donde se vinculen conceptos, nombres, formas del entorno cultural vigente para de esta manera "crear significado desde las actividades cotidianas de la vida diaria"[13].

Las metodologías didácticas Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), y Predecir-Observar- Explicar (POE) son instrumentos mediante los cuales se puede enfatizar procesos que se dan en la ciencia, particularmente en la Física, como pueden ser: la enseñanza por descubrimiento, para que de esta manera, el alumnado construya su propio aprendizaje [14], aprenda haciendo y ponga énfasis en la aplicación y el aprendizaje de los procesos [15]. Con estas estrategias también es posible abordar el aprendizaje como un proceso cognitivo, por etapas de desarrollo (Piaget y Bruner), en el que se tiene presente el nivel de desarrollo y las actitudes y motivación de los estudiantes (alumnado de 15 a 18 en promedio).

Tanto la estrategia de ABP como POE permiten que los alumnos participen activamente (teoría Estructuralista) en la construcción de su propio aprendizaje, ya que al resolver problemas de su entorno, logran transferir lo aprendido en la escuela a situaciones cotidianas (teoría Sociocultural, Vigotsky)[16]. Estas estrategias están centradas en el estudiante, promueven un aprendizaje activo y significativo en un contexto integral, además de desarrollar el pensamiento crítico y el razonamiento. Durante la implementación de la estrategia el profesor participa como un recurso del aprendizaje que proporciona información, cuando es necesario, que retroalimenta al estudiante y finalmente es quien evalúa. El contexto creado mediante el uso de estas metodologías, permite la enseñanza de la Física de una manera lógica consistente con las etapas de aprendizaje de los alumnos, en la que se considera el entorno sociocultural (universo) y de cómo lo perciben (pensamiento concreto) los estudiantes, y en el que es posible alcanzar el pensamiento abstracto (pensamiento formal) asociado a las teorías Fisicomatemáticas.

Algo relevante de estos instrumentos es que promueven el aprendizaje activo también conocido como "aprender haciendo", donde el estudiante es el principal protagonista de su propio aprendizaje, el aprendizaje también es interactivo, ya que las actividades académicas se realizan en un ambiente donde la interacción entre compañeros y el entorno están presentes. Por lo que el aprendizaje también debe ser colaborativo (y situado), como postulado constructivista, donde la educación es un proceso de socio-construcción, en el que el alumnado tiene la oportunidad de desarrollar actitudes de tolerancia hacia la diversidad, y la posibilidad de conocer diferentes perspectivas para abordar y solucionar un problema de manera conjunta [17].

Al usar estrategias de ABP, POE y colaborativas se busca propiciar un lugar (entorno) donde los alumnos trabajen en equipo para lograr metas comunes, apoyándose mutuamente, usando diversos instrumentos y recursos (TIC, diferentes materiales, equipos, etc.) y mediante la investigación y la experimentación den solución a problemas, los cuales se plantean basados en los objetivos de aprendizaje y en el entorno (sociocultural), contexto cercano a lo que se define como un entorno de aprendizaje constructivista [18]. También se busca el fomento del razonamiento crítico de los alumnos, para que vayan más allá de conocer o comprender lo que hacen, es decir que lleguen al análisis de lo que están haciendo, lo cual, según la taxonomía de Bloom [19], se alcanzan procesos mentales superiores, que particularmente en la enseñanza de la Física de bachillerato son de suma importancia para comprender las relaciones entre el entorno físico, las teorías físicas y las matemáticas.

### III. PROUPUESTA DIDÁCTICA

La presente Secuencia Didáctica (SD) es en sí una propuesta para la enseñanza de la física, basada en la implementación de las estrategias didácticas POE, ABP y colaborativas, se plantea que la física puede enseñarse a partir de problemáticas ubicadas en el entorno del alumno (ABP), es decir de fenómenos físicos, donde el alumno desde un inicio comience tanto a investigar individualmente y en equipo de manera colaborativa, como a aprender el lenguaje y la actitud del quehacer científico, para culminar con la formalización de los conceptos y matematización de las teorías físicas. Durante el proceso el alumnado debe hacer mediciones, elaborar hipótesis, construir gráficas, realizar actividades experimentales, participar en discusiones en grupo y en equipo (POE), presentar exposiciones (individuales o en equipo) así como resolver ejercicios teóricos. Esta SD se enfoca en la enseñanza de cantidades físicas vectoriales, teniendo presente las problemáticas que se pueden presentar para el aprendizaje de este tema. En general lo que se plantea es un acercamiento a la Física partiendo del mundo concreto hacia el mundo abstracto o formal (Piaget).

El presente trabajo muestra la implementación de la SD para el aprendizaje con significado de cantidades físicas vectoriales, y la evaluación de resultados de la misma. Para medir los resultados se realizó un estudio longitudinal, comparativo y experimental. Se aplicó la SD a un grupo de la Escuela Nacional Preparatoria 3 "Justo Sierra", UNAM, de 4o grado, turno vespertino, con una población  $n_a = 69$  alumnos (de 15 a 16 años de edad), el grupo fue elegido de manera aleatoria. Para tener información anterior a la intervención, en la primera sesión se aplicaron cuestionarios para indagar las ideas previas de los alumnos respecto a lo que es una cantidad física vectorial y lo que es un vector, otro cuestionario para conocer el estilo de aprendizaje que presentan los alumnos del grupo (Instrumento VARRK), y al finalizar la SD se aplicó otra evaluación para así determinar los resultados de la intervención. Indagar las ideas previas [20, 21] es útil para poder abordar una temática determinada teniendo presente que tipo de ideas, erróneas o no, complejas o simples presentan los alumnos y de esta manera, generar instrumentos que permitan al alumno apropiarse del conocimiento que se desea que aprenda. También estas ideas previas permiten evaluar si el alumno modificó tales ideas, o incorporó el conocimiento nuevo a su estructura cognitiva, y así evaluar la estrategia misma. El instrumento VARK brindó la información para la organización de equipos de trabajo, que fueron equilibrados respecto a los estilos de aprendizaje.

La implementación de la SD se realizó en tres sesiones, un total de cinco horas escolares, cada hora escolar es de 50min, se implementó tanto en el salón de clase como en el laboratorio. En la Tabla I. se muestra el plan de clase. La SD plantea diferentes objetivos, generales, específicos, y de contenido. Los objetivos generales tienen la finalidad de evaluar el desempeño docente (auto-diagnóstico), el diseño, la implementación y medición de resultados de la intervención. Los objetivos específicos se relacionan directamente con la propuesta para resolver la problemática existente en la enseñanza de cantidades físicas vectoriales, la obtención de información para la formación de equipos así como para la evaluación de la propuesta. Los objetivos de contenido fueron extraídos directamente del programa de la Escuela Nacional Preparatoria vigente, y de acuerdo a su ubicación y descripción correspondieron a los temas indicados en el programa, en el periodo en el que se realizó la aplicación en Marzo de 2017, estos se dividieron en conceptuales, procedimentales y actitudinales. Los objetivos se desglosan de la siguiente manera:

Objetivos Generales:

- Diseñar y Aplicar intervención didáctica.
- Medir resultados de la intervención didáctica.

Objetivos específicos:

- "Identificar la direccionalidad e intensidad asociada a fenómenos físicos (característica vectorial)".
- "Relacionar la direccionalidad e intensidad asociada a fenómenos físicos con el concepto de vector (matemático)".
- "Relacionar el concepto físico de vector con concepto matemático".
- Identificar ideas previas, a la intervención, respecto a vectores".
- "Identificar el tipo de aprendizaje de los alumnos que constituyen la muestra".

- "Identificar ideas de los alumnos después de la intervención, respecto a vectores".

Objetivos de contenido:

Conceptuales

- Concepto de carga, magnitud
- Concepto de Fuerza de atracción y repulsión.
- Concepto de Fuerza eléctrica (Ley de Coulomb)
- Concepto de campo e intensidad del campo eléctrico.
- Concepto de potencial eléctrico.
- Cuerpos cargados.
- Concepto de vector.
- Concepto de polo magnético.
- Concepto de campo magnético.
- Relación entre campo magnético y campo eléctricos.
- Relación entre la magnitud y dirección del campo magnético inductor y el eléctrico inducido.

Procedimentales

- Búsqueda de información y análisis crítico de la misma.
- Formular hipótesis y defenderlas.
- Generar un ambiente de discusión en el aula.
- Utilización de Van der Graaff y electroscopio.

Actitudinales

- Cuidado y buen uso del material y equipo de laboratorio.
- Respeto en relación con las opiniones de otras personas.
- Aprecio por el trabajo riguroso y preciso.
- Valoración de la importancia del trabajo en equipo en la planificación y realización de experiencias.

**TABLA I.** Plan de clase de la SD, planteada para tres sesiones en salón de clase y en el laboratorio.

<i><b>Estrategias de enseñanza-aprendizaje</b></i>	<i><b>Recursos y materiales didácticos.</b></i>
<p><b>Primera sesión</b> (2 horas, equivalentes a 100 min.).</p> <p>-Presentación de la intervención-clase</p> <p>-Examen diagnóstico (ideas previas y VARK)</p> <p>-Actividad experimental por equipo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• con el Van der Graaff y electroscopio registrarán variables, realizarán hipótesis, e identificarán características vectoriales del fenómeno observado.</li> </ul>	<p>-Gis</p> <p>-Pizarrón</p> <p>-Material impreso: IdeasPrev.docx INSTRUMENTO DE VARK.pdf</p> <p>-Salón de clase.</p> <p>-Laboratorio de ciencias</p> <p>-Van der Graaff.</p> <p>-Electroscopio.</p> <p>-Diferentes materiales (globos, reglas, etc.).</p> <p>-Bitácora-Cuaderno.</p>
<p><b>Segunda sesión</b> (2 horas equivalentes a 100 min.).</p> <p>-Aplicación de estrategia de ABP.</p> <p>-Discusión en grupo.</p> <p>-Investigación y elaboración de la hipótesis.</p>	<p>-Pizarrón y gis.</p> <p>-Laboratorio de ciencias.</p> <p>-Material impreso ABP-1.docx</p> <p>-Computadoras de los laboratorios de ciencias.</p>
<p><b>Tercera sesión</b> (1 hora, equivalente a 50 min.)</p> <p>-Exposición por equipo.</p> <p>-Cierre de estrategia ABP.</p> <p>-Evaluación.</p>	<p>-Pizarrón y gis.</p> <p>-Salón de clase.</p> <p>-Material impreso: Autoevaluación Alumno.docx EVALUACION DEL TUTOR.pdf, Evaluación Supervisor.docx IdeasPrev.docx</p>

*Evaluación.*

La evaluación se realizó de manera continua, por lo que en cada sesión se plantearon diferentes evaluaciones.

En la primera sesión:

- Evaluación Diagnóstica: Para identificar ideas previas a la intervención respecto a cantidades físicas vectoriales y de vector en el sentido matemático, se le aplicó el test de ideas previas, y para identificar el tipo de aprendizaje de cada alumno se aplicó el instrumento de VARK.
- Evaluación Formativa: Se evalúa la Participación en equipo.
- Evaluación Sumativa: Informe por equipo de la actividad.

En la segunda sesión:

- Evaluación Formativa: Se evalúa la Participación en equipo, y la participación individual.
- Evaluación Sumativa: Se evalúa el informe por equipo de la actividad.

En la tercera sesión:

- Evaluación Formativa: se evalúa la participación en equipo, participación individual.
- Evaluación Diagnóstica: Se aplica una Autoevaluación al alumno, evaluación del alumno al profesor, evaluación del supervisor al ponente y para identificar las ideas post intervención respecto a vectores tanto en sentido de la Física como Matemático se aplica un test (muy similar al test de ideas previas).
- Evaluación Sumativa: Informe por equipo de la actividad y exposición.

Para garantizar una evaluación objetiva y sistemática se realizaron rubricas para cada instrumento de evaluación, éstas evaluaron tanto los contenidos conceptuales, procedimentales o actitudinales (taxonomía de Bloom o Anderson) de manera eficaz. El proceso de evaluación implicó desarrollar rubricas pertinentes, lo cual es uno de los objetivos implícitos que en la labor docente. *El papel del docente en el aula durante la implementación de la SD.*

En cada sesión el profesor desempeñó papeles diferentes dada la estrategia, correspondientes a la propuesta de que en la docencia existen varios "papeles" que el docente puede desempeñar (hasta de manera intercalada) para lograr el objetivo de la enseñanza-aprendizaje (Tabla II).

**TABLA II.** Se muestra el papel del docente en cada intervención.

<b>Estrategias de enseñanza-aprendizaje</b>	<b>Papel del docente</b>
<p><b>Primera sesión</b> (2 horas, equivalentes a 100 min.)</p> <p>-Presentación de la intervención-clase</p> <p>-Examen diagnóstico</p> <p>-Actividad experimental por equipo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• con Van der Graaff y electroscopio registrarán variables, realizarán hipótesis, e identificarán características vectoriales del fenómeno observado.</li> </ul>	<p>-Para la presentación, el papel desempeñado fue el de expositor una clase magistral en la que presentaron y plantearon los objetivos y se aplicaron exámenes diagnósticos.</p> <p>-En la actividad experimental el papel desempeñado por el profesor fue el de facilitador del conocimiento, o guía, en la actividad se orientó a los estudiantes a observar el fenómeno y hacer hipótesis de acuerdo a sus propios conocimientos, en algunos casos más que dar respuestas el profesor planteó preguntas para así guiar el desarrollo de la actividad.</p>
<p><b>Segunda sesión</b> (2 horas, equivalentes a 100 min.)</p> <p>-Aplicación de estrategia de ABP.</p> <p>-Discusión en grupo.</p> <p>-Investigación y elaboración de la hipótesis.</p>	<p>-Para la aplicación ABP el profesor desempeñó el papel de guía, ya que en esta actividad los estudiantes deben de leer e interpretar un texto, plantear ideas principales, realizar hipótesis y propuesta de solución, también desempeñó el papel de mediador ya que la actividad requiere que los estudiantes expresen sus ideas, así como que las discutan.</p>
<p><b>Tercera sesión</b> (1 hora, equivalente a 50 min.)</p> <p>5 de Abril 2017</p> <p>-Cierre de estrategia ABP.</p> <p>-Evaluación.</p>	<p>-En el cierre de estrategia ABP el profesor desempeñó el papel de guía y de mediador, dado que en el cierre se debe de estimular la discusión de sus ideas para llegar a conclusiones.</p> <p>-Desempeñó el papel de expositor, clase magistral, para concluir el tema se compararon los resultados obtenidos por los alumnos con las teorías fisicomatemáticas y se formalizó el resultado. Además se aplicaron exámenes de</p>

evaluación.
-------------

La SD es una parte del trabajo de grado en la Maestría en Docencia para la Educación Media Superior (MADEMS(Física)). La SD tiene varias secciones: En la primera se hace énfasis al carácter fenomenológico de la Física (se trabaja con un Van der Graaff y un osciloscopio), en esta parte los alumnos observan un fenómeno, su entorno y trabajan con dispositivos experimentales, miden y recolectan información; En la segunda sección se da la discusión y el análisis, en esta parte de la secuencia los alumnos deben por sus propios medios (guiados por el profesor) hacer investigación, hipótesis, gráficas, resolver problemas (en la propuesta fue un ABP), participando en una discusión grupal; En la tercera sección se obtienen las conclusiones y se dan nuevas propuestas, en esta parte los alumnos deben de exponer sus conclusiones y hacer propuestas para mejorar sus investigaciones y los dispositivos empleados, también deben relacionar sus conclusiones con las ecuaciones (de ser necesario) que en las teorías físicas modelan el fenómeno estudiado, en esta parte el profesor toma el papel tanto de mediador, como de expositor usando la clase magistral para demostrar a los alumnos la relación entre los conceptos físicos y las expresiones matemáticas; La última sección corresponde al cierre, donde los estudiantes y el profesor plantean situaciones actuales en las que se aplica lo aprendido, de tal manera que el estudiante sea consciente, de como el conocimiento sigue evolucionando, además de generar la motivación de seguir aprendiendo, también en el cierre son aplicados los instrumentos de evaluación.

#### Recursos.

Los recursos como el Van der Graaff y el electroscopio son parte del equipo de laboratorio de la preparatoria. Respecto a los materiales didácticos empleados varios fueron tomados de trabajos previos, es decir ya son materiales validados (instrumento VARK, evaluación del supervisor, autoevaluación del alumno), la estrategia ABP se diseñó, piloteó y validó en la asignatura Aprendizaje Basado en Problemas, optativa psicopedagógica, de MADEMS (Física). También el instrumento para identificar las ideas previas y post intervención fue validado por pares (profesores de Física) en la materia práctica docente I de la MADEMS (Física).

#### IV. RESULTADOS Y EVALUACIÓN

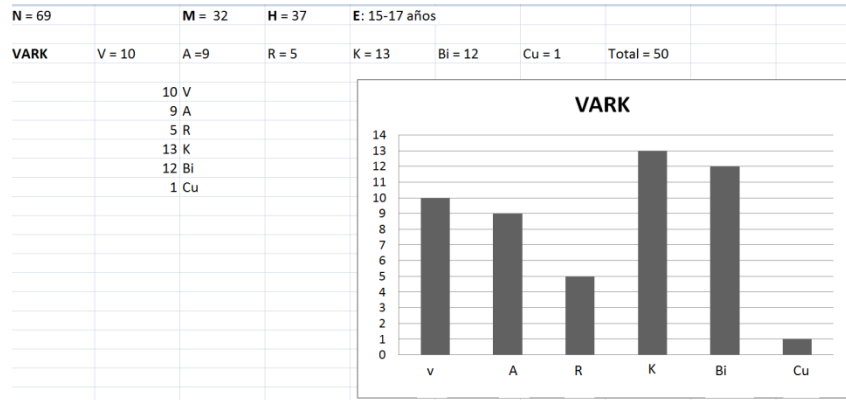
Para establecer un auto diagnóstico primero se hace un análisis de los resultados de los diferentes instrumentos aplicados. En la primera sesión se aplicaron el Instrumento VARK y el test de ideas previas a la intervención respecto a sus conocimientos básicos de vectores.

Resultados del Instrumento VARK (Figura.1):

- El máximo se encuentra con los Kinestésicos (13) y el mínimo con los de Redacción (5).
- Teniendo un caso particular con los 4 estilos de aprendizaje.

Con la información de este instrumento se formaron equipos intercalando al alumnado de tal manera que estuvieran presentes los diferentes estilos de aprendizaje en cada equipo.

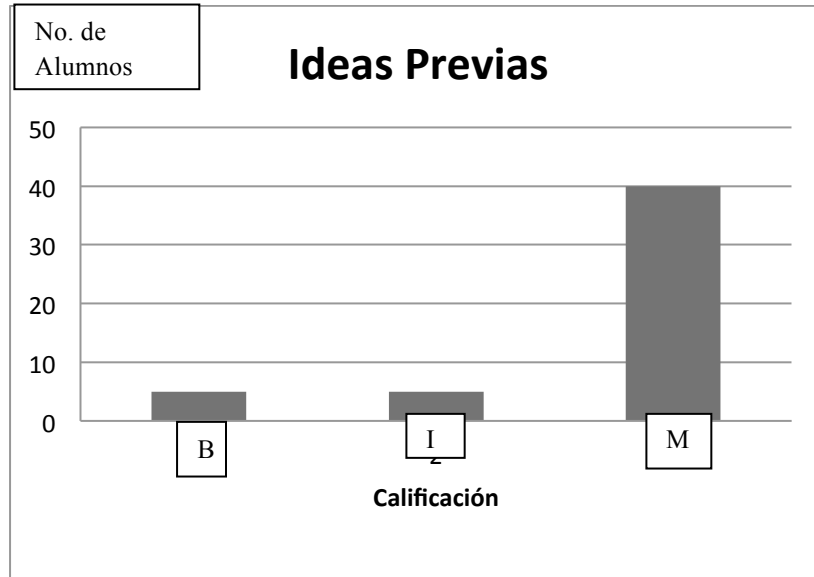
Resultados del test para identificar ideas previas a la implementación de la SD respecto a cantidades físicas vectoriales, y vectores. En el test se plantearon los siguientes reactivos: 1. ¿qué es una cantidad física vectorial? Da algún ejemplo. 2. Obtener un cateto de un triángulo rectángulo, si se tienen los valores de los otros dos catetos. 3. ¿Qué es un vector? La rúbrica de evaluación es una escala de Liker de tres niveles, donde: B: se le asigna a aquellas respuestas correctas, I: se le asigna a aquellas respuestas que tienen conceptos apropiados, pero que no concretan la idea, M: se le asigna a aquellas respuestas que son incorrectas.



**FIGURA 1.** Se muestra los resultados del instrumento VARK, (visuales, auditivos, redactivos, kinestesicos), el término Bi se refiere a aquellos que presentan dos estilos y el termino Cu a quien presento cuatro estilos de aprendizaje.

Resultados del test Ideas Previas (Figura 2.):

- El Máximo se da para el caso en que son incorrectas (40)
- Tanto correctas como intermedias contaron con la misma cantidad (5)
- Ideas más comunes: son trayectorias, es una fuerza, segmento de recta, se puede graficar en el plano cartesiano, es medible, es una flecha, magnitud con ..., algo que varía, es una línea, el desplazamiento, la electrostática, las cargas eléctricas, es un desplazamiento, tiempo, la masa, la presión, son líneas paralelas...



**FIGURA 2.** Se muestran los resultados del test de ideas previas respecto al concepto de cantidades físicas vectoriales y vector en matemáticas.

En la tercera sesión se aplicaron los instrumentos, Autoevaluación Alumno, Evaluación Del Tutor, post ideas previas, estos son aplicados al alumno. El test Evaluación Supervisor se le aplica a un profesor de física encargado de supervisar la práctica docente en el marco de la MADEMS (Física).

Los resultados de la Autoevaluación-alumno:

- En general todos se evaluaron aprobatoriamente, siendo entre 8-9 las calificaciones que más se asignaron.

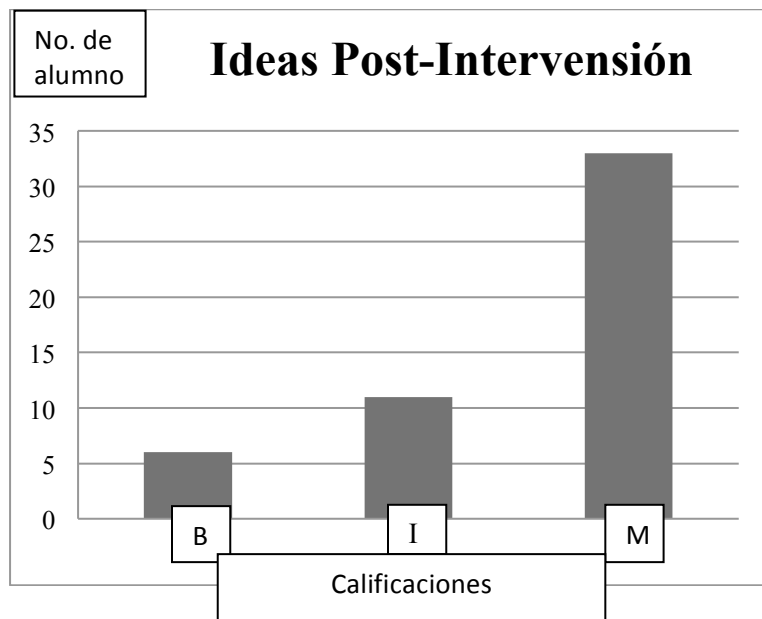


Los resultados de la Evaluación del docente por el alumno:

- Las opciones mayoritariamente marcadas fueron siempre y casi siempre.

Los resultados del test Ideas Post-Intervención (Figura 3.):

- El Máximo se da para el caso en que son incorrectas 33, disminuyo (7).
- Intermedias se incrementaron a 11 (6).
- Correctas se incrementaron a 6 (1)



**FIGURA 3.** Se muestran los resultados del post test de ideas respecto al concepto de cantidades físicas vectoriales y vector en matemáticas. El post test se aplicó después de que se realizó la intervención.

El resultado de este test, es un indicador que nos permite inferir si la propuesta didáctica, SD, cumple con el principal objetivo que es el de generar un aprendizaje con significado de cantidades físicas vectoriales.

## V.CONCLUSIONES

Del Instrumento VARK:

- La relación entre el trabajo colaborativo y los diferentes estilos de aprendizaje requiere de generar más información para entenderla.

Del instrumento Ideas Previas:

- Los alumnos manifiestan una gran confusión entre términos.
- Sus ideas previas ya están afectadas por haber cursado el primer (casi en su totalidad) año de prepa, en general son "erróneas" (confusas).

Evaluaciones:

- Tanto la auto evaluación como la evaluación al docente resultaron "buenas", los alumnos se evaluaron aprobatoriamente, al profesor de igual manera.
- El tiempo es un factor importante por lo que para evitar el factor de la memorización, es necesario hacer seguimiento de los alumnos participantes en la intervención y evaluarlos para indagar si fue o no significativo el aprendizaje.
- Es necesario establecer relaciones (estadísticas) entre cada uno de los factores evaluados.

Ideas Post-Intervención:

- En su mayoría persistieron
- Existió un incremento tanto en ideas correctas como aquellas que tienen conceptos apropiados, pero que no concretan la idea, lo cual sugiere que la intervención generó una modificación del concepto.

La planeación de Clase es de gran importancia sobre todo cuando los tiempos son cortos y los alumnos demasiados, con un plan de clase apropiado en todo momento se tienen presentes los objetivos y actividades que permitan enseñar de manera significativa.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) por el apoyo brindado, a estudiantes que participaron en el ejercicio, grupo 462 del turno vespertino de la Escuela Nacional Preparatoria 3 "Justo Sierra", de la Universidad Nacional Autónoma de México.

## REFERENCIAS

Camagni Roberto. (2004). *Economía urbana* (pp. 51-131). Barcelona; Antoni Bosh, editor, S. A.

Pecha C Arsenio. (2005). *Optimización dinámica y estática en economía* (pp. 84-150). Bogotá; Universidad Nacional de Colombia.

Curtis Helena. (2008). *Biología* (pp. 611-669). Buenos Aires; Editorial Médica Panamericana.

S. Flores-García, M. D. González-Quezada, L. L. Alfaro-Avena, A. A. Hernández-Palacios, J. V. Barrón-Pierce. (2008). *Uso de vectores en su propio contexto*. Parte I. CULCyT. Año 5, No 26, pp. 17-25.

Solbes Jordy, Rosa Montserrat & Furió Carles. (2007). *El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza*. Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. No 21. p.p. 91-117.

Arandia Endika, Zuzakristina, Guisasola Jenaro. (2016). *Actitudes y motivaciones de los estudiantes de ciencias en bachillerato y universidad hacia el aprendizaje de la Física*. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 13 (3). p.p. 558-573.

Barniol, P. Zavala, G. (2014). *Students' difficulties in problem that involve unit-vector notation*. Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 8, No. 4. p.p. 4403-1-10.

UNAM. (2017). *Plan de Estudios de Física III de la Escuela Nacional Preparatoria*. Consultada el 13/09/17 de <http://dgenp.unam.mx/planesdeestudio/cuarto/1401.pdf>.

Chamizo, J. A. (1997). *Evaluación de los aprendizajes*. Tercera parte: POE, autoevaluación, evaluación en grupo y diagramas de Venn. Educación Química, 8, 141-143.

Araujo, U.F., Sastre, G. (2008), *El Aprendizaje Basado en Problemas. Una nueva perspectiva de la enseñanza en la Universidad*. Barcelona: Gedisa.

Ausubel, D.P. (1960). *The use of advanced organizers in the learning and retention of meaningful verbal material*. Consultado el 11/05/2017 de <http://psycnet.apa.org/journals/edu/51/5/267.pdf>.

Míguez, M. (2005). *El núcleo de una estrategia didáctica universitaria: motivación y comprensión*. Revista Electrónica de la Red de Investigación Educativa.1(3) Recuperado el 11/05/2017 de <http://revista.iered.org/v1n3/pdf/mmiguez.pdf>.

Sagástegui, D. (2004). *Una apuesta por la cultura: el aprendizaje situado*. Recuperado el 11/05/2017 de <http://www.redalyc.org/pdf/998/99815918005.pdf>.

Ruíz, O. F. J. (2007). *Modelos didácticos para la enseñanza de las ciencias naturales*. Revista latinoamericana de estudios educativos. 3(2): p.p. 41-60.

Barrón, R. A. (1997). *Aprendizaje por descubrimientos. Análisis críticos y reconstrucción teórica*. (p.p. 131-155). Salamanca, España. Amarú Ediciones.

Vigotsky, L. S. (1979). *El desarrollo de las funciones psíquicas superiores*. (p.p. 39-130). Barcelona. Grijalbo.

María Eugenia Calzadilla. (2002). *Aprendizaje colaborativo y tecnologías de la información y la comunicación*. OEI-Revista Iberoamericana de Educación. Consultada el 13/09/17 <http://ciiesregion8.com.ar/portal/wp-content/uploads/2016/04/Calzadilla-aprendizaje-colaborativo1.pdf>

Wilson. (1995). *Cómo valorar la calidad de la enseñanza*. (p.p 27-30). Madrid. Paidós.

Bloom B. et al (1989). *Taxonomía de los objetivos de la educación: la clasificación de las metas educacionales: manuales I y II*, (El Ateo, México).

Mora C. Herrera, D. (2009). *Una revisión sobre ideas previas del concepto de fuerza*. Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 3, No. 1. pp. 72-86.

Docktor L. J., Mestre P. J. (2014). *Synthesis of discipline-based education research in physics*. *Physical Review special topics education research*. 10, 020119.p.p. 020119-1-020119-6. DOI: 10.1103/PhysRevSTPER.10.020119.