



## ACTIVIDADES DE LABORATORIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CONOCIMIENTOS EN FÍSICA

Mercedes Delgado<sup>1</sup>, Xiomara Arrieta<sup>2</sup> y Yaritza Romero<sup>3</sup>

### Resumen

El objetivo de esta investigación es evaluar los efectos del desarrollo de actividades de laboratorio, desde el enfoque de fichas de actividades basadas en el aprendizaje (FABA), para la asignatura Física y Laboratorio II, de la mención Matemática y Física, Facultad de Humanidades y Educación de LUZ. La metodología utilizada es de carácter descriptivo explicativo con un estudio de campo. Se analizaron los planteamientos propuestos en las fichas, arrojando evidencias de avances cognitivos de los estudiantes. Como conclusiones se destacan que los aprendices han logrado construir conocimientos, utilizando de manera sistemática habilidades propias del quehacer científico; demostraron valores tales como respeto, solidaridad, puntualidad, entre otros.

**Palabras clave:** Actividades de laboratorio, enseñanza y aprendizaje de física, construcción de conocimientos, fichas de actividades.

- 1 Profesora de la Facultad de Humanidades y Educación, Universidad del Zulia. Centro de Estudios Matemáticos y Físicos. e-mail. merdelgon@yahoo.es
- 2 Profesora de la Facultad de Humanidades y Educación, Universidad del Zulia. Centro de Estudios Matemáticos y Físicos. e-mail. xarrieta2410@yahoo.com
- 3 Profesora de la Facultad de Ingeniería, Universidad del Zulia. Centro de Estudios Matemáticos y Físicos. e-mail. yaritzarr@hotmail.com

## LABORATORY ACTIVITIES FOR THE CONSTRUCTION OF KNOWLEDGE IN PHYSICS

### Abstract

The objective of this research is to evaluate the effects of the development of laboratory activities, from the viewpoint of activity sheets based on the learner (FABA in spanish), for the course of Physics and Laboratory II, an explanation Mathematics and Physics, Faculty of Humanities and Education, University of Zulia. The methodology used is descriptive explanatory with a field study. We analyzed the approaches proposed in the record cards, yielding evidence of students' cognitive developments. As conclusions, the trainees have been able to construct their knowledge, skills used systematically's own scientific work, demonstrated values such as respect, solidarity, punctuality, among others.

**Key words:** Laboratory activities, physical education and learning, knowledge construct, activity sheets.

## LES ACTIVITES DE LABORATOIRE POUR LA CONSTRUCTION DES CONNAISSANCES EN PHYSIQUE

### Résumé

L'objectif de cette recherche c'est d'évaluer les effets du développement des activités des laboratoires, à partir de fiches d'activités basées sur l'apprenant (FABA), pour le cours de Physique et Laboratoire II ; mention Mathématiques et Physique, Faculté des Lettres et de l'éducation LUZ. La méthodologie utilisée est descriptive basé sur une étude sur le terrain. Nous avons analysées les approches proposées dans les fiches, ce qui a donné des preuves d'avances cognitives des élèves. Comme conclusions on souligne que les apprentis ont pu construire des connaissances, en utilisant de manière systématique des habilités propres du travail scientifique; du même ont démontré, des valeurs telles que le respect, solidarité, la ponctualité, entre autres.

**Mots clef:** Activités de laboratoire, Physique, Mathématiques, fiches d'activités

## Introducción.

La enseñanza de la física, presenta importantes desafíos en todos los niveles de instrucción. Los avances científicos y tecnológicos continuos requieren expandir cada vez más las fronteras del conocimiento. Las tendencias educativas en el área de física proponen aprovechar al máximo las oportunidades para que los estudiantes se involucren activamente en el proceso de enseñanza y aprendizaje, de manera de poder desarrollar el pensamiento crítico y de experimentar por sí mismos la construcción del conocimiento. Su aprendizaje, es cada vez más importante para el desarrollo científico y tecnológico de los países.

La problemática existente en la educación venezolana, en relación a la enseñanza de las ciencias y de la física como caso particular, ha originado un aprendizaje mecánico de los contenidos de la asignatura, la enseñanza de ésta generalmente consiste en copiar conceptos, leyes y principios relacionados con el tema de estudio y memorizar o elaborar fichas con las fórmulas, las cuales se convierten en el camino que conduce a aprobar los exámenes. Esta situación, hace que las clases de física se perciban como un ambiente donde se habla acerca de las fórmulas necesarias para aprobar la materia, cuando esta ciencia trata sobre la comprensión de la naturaleza y del mundo que nos rodea. Se hace necesario utilizar nuevas formas o alternativas que permitan superar estas condiciones.

Para el aprendizaje de la física es necesario hacer experimentación; sin embargo, las actividades de laboratorio propuestas a los estudiantes deben despertar el interés, deben promover la discusión, interpretación, contrastación y comprobación de fenómenos y leyes y sacar conclusiones.

Esta situación condujo a la realización de la presente investigación, la cual tiene como objetivo fundamental evaluar los efectos que producirá el desarrollo de actividades de laboratorio de Física, desde el enfoque de fichas de actividades basadas en el aprendizaje para la asignatura Física y Laboratorio II de la mención Matemática y Física, Escuela de Educación, Facultad de Humanidades y Educación de LUZ. Está fundamentada en la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud (1990, 1993) y en el modelo para el desarrollo de las prácticas de

física basadas en el aprendizaje de Arrieta (2003).

### **Metodología.**

Considerando el estado del conocimiento en este tema, se plantea que la investigación es de tipo descriptiva explicativa, y atendiendo el propósito inmediato que se persigue es aplicada (Padrón, 1998); porque además de explicar los atributos del fenómeno estudiado, se pretende explicar los efectos derivados de la construcción y aplicación de una estrategia para la enseñanza práctica de la física apoyada en las FABA, en los estudiantes que conformaron la muestra.

Este diseño se corresponde con un estudio de campo (Bavaresco, 1997), porque se realiza en el propio sitio donde se encuentra el objeto de estudio. Esto permite al investigador conocer más a fondo el problema y manejar los datos con más seguridad.

Según el contexto de la investigación descrito, la población quedó conformada por 33 estudiantes inscritos en la sección 01 de la asignatura Física y Laboratorio II, del Departamento de Matemática y Física, Escuela de Educación, Facultad de Humanidades y Educación, de la Universidad del Zulia. La investigación se desarrolló en las 3 horas semanales dedicadas a la actividad experimental, dividiéndose el curso en dos grupos, uno de 17 estudiantes y el otro de 14 (dos de ellos abandonaron el curso, quedando sin información).

La muestra seleccionada fue el total de la población, por tratarse de un grupo limitado de estudiantes, con edades comprendidas entre los 19 años y 25 años, irregulares y ubicados en el sexto semestre de la carrera, todos ellos dando clases a nivel medio.

Para recolectar información durante el desarrollo de la investigación se utilizaron los planteamientos abiertos propuestos en las FABA. A las respuestas se les hizo un análisis interpretativo, para evaluar los conocimientos previos de los estudiantes y la posible adquisición de conocimientos durante el desarrollo de la actividad de laboratorio, esto apoyado en el análisis de los esquemas descritos por Vergnaud (1990, 1993, 1998), basados en el indicador: conceptualización implícita. Fundamentación teórica.

1.- La construcción de conocimientos desde la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud.

La teoría de los Campos Conceptuales propuesta por Vergnaud (1990), apoyada en los legados de Piaget y de Vygotsky, constituye un marco referencial cognitivo para el estudio del aprendizaje y desarrollo de competencias complejas tales como las que se dan en la matemática o la física.

Su potencialidad para la investigación sobre el aprendizaje de la física radica en la posibilidad de comprender procesos que subyacen a la cognición, en particular, a la construcción de representaciones internas del sujeto. El desarrollo cognitivo es moldeado por las acciones de los sujetos en situaciones concretas y por las conceptualizaciones subyacentes a ellas (Vergnaud, 1990).

Esta teoría plantea que un campo conceptual se constituye como un conjunto de problemas y situaciones cuyo tratamiento requiere conceptos, procedimientos y representaciones de tipos diferentes, pero íntimamente relacionados. Está basado en tres argumentos principales:

- 1) Un concepto no se forma dentro de un solo tipo de situaciones.
- 2) Una situación no se analiza con un solo concepto.
- 3) La construcción y apropiación de todas las propiedades de un concepto o de todos los aspectos de una situación es un proceso largo, con analogías y mal entendidos entre situaciones, conceptos, procedimientos y significantes (Moreira, 2002).

En el contexto del aprendizaje mediante la experimentación, se hace sumamente importante identificar el contenido a ser aprendido en términos de campos conceptuales y de esta manera tratar de proponer a los estudiantes un conjunto de situaciones problemáticas previamente jerarquizadas, cuya solución requiera la selección de procedimientos relacionados, que conlleven a lograr un aprendizaje significativo; el trabajo de laboratorio es el escenario ideal para lograr este propósito. De acuerdo a las situaciones es cuando se logra dar significado a un determinado concepto.

Los conceptos clave de la teoría de los campos conceptuales son, además del propio concepto de campo conceptual, los conceptos de esquema (la gran herencia piagetiana de Vergnaud), situación, invariante operatorio (teorema-en-acción o concepto-en-acción), y su propia concepción de concepto; se plantea que el sentido no está en las situaciones en sí mismas, sino en la relación del sujeto con las situaciones y con los significantes; es decir, con los esquemas (Moreira, 2002).

Vergnaud (1993), plantea que los esquemas se refieren necesariamente a situaciones o clase de situaciones, donde se distingue entre:

- a) Clases de situaciones en las que el sujeto dispone de las competencias necesarias al tratamiento relativamente inmediato de la situación.
- b) Clase de situaciones en las que el sujeto no dispone de todas las competencias necesarias, que le obligan a un tiempo de reflexión y exploración, vacilaciones, tentativas frustradas, llevando eventualmente al éxito o a un fracaso.

El concepto de esquema no funciona del mismo modo en las dos clases de situaciones. En la primera de ellas, se observa, para una misma clase de situaciones, conductas ampliamente automatizadas, organizadas por un solo esquema en tanto que para la segunda se observa la sucesiva utilización de varios esquemas que pueden entrar en competencia y que, para atender a la meta deseada, deben ser acomodados, desarticulados y recombinados.

Por tanto, la observación de los alumnos en situación de resolución de problemas, el análisis de sus dudas y errores, muestra que las conductas en situación abierta son igualmente estructuradas por los esquemas. Estos son tomados del vasto repertorio de esquemas disponibles, y especialmente de los que están asociados a las clases de situaciones que parecen tener una relación con la situación planteada. Sin embargo, como la relación es parcial y aparente, los esquemas son solamente esbozados, y las tentativas se interrumpen antes de haber sido concluidas (Vergnaud, 1990).

2.- Las prácticas de laboratorio en la enseñanza y el aprendizaje de Física.

Arrieta (2003), propone un modelo para el desarrollo de las prácticas de física, el cual se puede ver como integrador entre el modelo de enseñanza por investigación, consecuente con la manera en la que se desarrolla la actividad científica y el modelo "el alumno como aprendiz", donde se dan orientaciones didácticas atendiendo a sus capacidades y limitaciones procedimentales; es decir, no se llega a proponer de modo sistemático una secuencia de procedimientos hipotético-deductiva en la que, en la mayoría de los casos, los estudiantes no saben qué hacer, tal como en las prácticas habituales, en las cuales éstos tienen poca posibilidad de predecir, discutir opiniones, formular hipótesis,

reconstruir más que comprobar leyes, entre otros aspectos.

3.- Descripción de las actividades de laboratorio para la construcción de conocimientos en física.

La actividad desarrollada en esta investigación estuvo estructurada en seis (6) fases, apoyadas en la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud, y en similitud a las fases establecidas en el modelo propuesto por Arrieta (2003), las cuales son las siguientes:

1) Fase de exploración: Se hace entrega al estudiante de la FABA, y se le pide que responda a las preguntas formuladas en los planteamientos iniciales. Según Vergnaud (1990), a través de las situaciones y de los problemas que se pretenden resolver es como un concepto adquiere sentido para el estudiante.

En esta fase se realiza la producción de inferencias y la selección de las reglas de acción a seguir durante el desarrollo de la actividad.

2) Fase de discusión grupal: Culminado el tiempo otorgado para la primera fase, inicia la discusión, se presenta un escenario de debate, donde se les dirán las normas para esto tales como respeto al derecho de palabra y respeto a la opinión ajena en caso de no compartirla. La intención de esta fase es propiciar la socialización del conocimiento entre los estudiantes, brindando la oportunidad de compartir ideas, de respetar opiniones, de aprender a negociar, de admitir los propios errores. En esta fase se pone en evidencia las metas y anticipaciones que permiten identificar las situaciones.

3) Fase de desarrollo del experimento: Esta fase tiene la finalidad de verificar experimentalmente la mayoría de los planteamientos, cada grupo diseñará y realizará las experiencias para tratar de verificar no sólo sus previsiones, sino también reconstruir leyes, establecer relaciones, apreciar tendencias; interactuando con situaciones y objetos ligados al contenido a enseñar.

4) Fase de contrastación con las previsiones y la experimentación: se reflexiona sobre los resultados obtenidos experimentalmente y las respuestas dadas en la fase de exploración, dando explicación a estas diferencias o semejanzas si las hubiere. También se discuten entre grupos las relaciones, implicaciones y tendencias de las variables físicas que intervienen en los experimentos.

5) Fase de transferencia y divulgación: se evidencia el trabajo realizado durante el desarrollo de la actividad de laboratorio; solicitándole a

cada grupo de alumnos que elaboren un informe por escrito, donde realicen un juicio crítico de todo el proceso, con conclusiones, implicaciones, consecuencias, posibles generalizaciones, y respuesta a las situaciones de transferencia presentada en la FABA. 6) Fase de evaluación: En esta fase se evaluará la presentación del informe y el aprendizaje de cada integrante del grupo de trabajo de laboratorio, se evidenciarán las representaciones simbólicas para expresar los invariantes operatorios.

**Análisis de resultados**

Para el análisis de los resultados de la aplicación de las FABA propuestas, se clasificaron las respuestas de los estudiantes a los planteamientos de las fichas suministradas al inicio de la clase. El proceso de codificación se realizó atendiendo al planteamiento seleccionado de las FABA, para el análisis de los esquemas que presentan los aprendices, se observa el indicador “conceptualizaciones implícitas”, con tres subindicadores, tal como se presenta en el cuadro 1.

**Cuadro 1. Categorización de los Esquemas**

Indicador	Sub-indicador	Porcentaje De respuestas
Conceptualizaciones implícitas	Conceptualizaciones implícitas eficaces	
	Conceptualizaciones implícitas ineficaces insuficientes	
	Conceptualizaciones implícitas ineficaces erradas	

**Fuente: Los autores (2010)**

Para el análisis de esta categorización se estableció el siguiente criterio: si la respuesta se ubicaba en el sub-indicador conceptualizaciones implícitas eficaces, entonces, según Vergnaud (1990), el estudiante dispone de las competencias necesarias para el tratamiento relativamente inmediato de la situación planteada, y si la respuesta se ubicaba en el sub-indicador conceptualizaciones implícitas ineficaces insuficientes o erradas, entonces el estudiante está ante una clase de situaciones en las cuales no dispone de las competencias necesarias para el tratamiento de la situación planteada, lo cual conlleva a un proceso de reflexión, discusión y un proceso de reacomodación de esquemas. En los siguientes cuadros se muestra la categorización de algunas respuestas dadas por los aprendices durante la fase de exploración,



se analizaron las respuestas atendiendo a la categorización presentada en el cuadro 1, donde se interpretan los esquemas de los estudiantes en situación, tal como lo plantea Vergnaud (1990).

Cuadro 2. Categorización de respuestas a planteamiento de la FABBA No. 1

Planteamientos	1	2	3	4	5
¿Cómo es la densidad de un cilindro macizo de oro, en comparación con la densidad de un cilindro hueco también de oro, ambos del mismo tamaño? Explica.	Igual (no justifica)	Igual, porque se trata del mismo material	Es mayor la del cilindro macizo porque tiene mayor masa	Es mayor la del cilindro macizo porque tiene mayor volumen	No sabe, no respondió
	<b>19,35%</b>	<b>9,68%</b>	<b>32,26%</b>	<b>32,26%</b>	<b>6,45%</b>

Fuente: Las autoras (2010)

En el cuadro 2, se puede notar que las respuestas dadas por los estudiantes en su mayoría (32,26%), evidencian que relacionan la densidad con la masa o el volumen, sin considerar que se trata del mismo material, sólo el 9,68% responde de manera correcta. Los esquemas presentados por los estudiantes de acuerdo a los indicadores descritos, se observan en el cuadro 3.

Cuadro 3. Categorización de los esquemas de las respuestas a los planteamientos de la FAB A 1

Indicador	Sub-Indicador	Porcentaje de respuestas
Conceptualizaciones implícitas	Conceptualizaciones implícitas eficaces	9,68%
	Conceptualizaciones implícitas ineficaces insuficientes	19,35%
	Conceptualizaciones implícitas ineficaces erradas	70,97%

Fuente: Las autoras (2010)

En los resultados presentados en el cuadro 3, sólo el 9,68% de los aprendices posee una conceptualización implícita eficaz, por tanto, la mayoría de ellos está enfrentado a la clase de situaciones problemáticas en las cuales no se dispone de las competencias necesarias para el tratamiento relativamente inmediato de la situación planteada y se llega a la necesidad de sustituirlo o modificarlo.

Cuadro 4. Categorización de respuestas a planteamiento de la FABBA No. 2

Planteamientos	1	2	3	4	5
Ricardo opina que la velocidad del sonido en el aire es constante, ¿es cierta su afirmación? Justifica	No es constante (no justifican)	No, la velocidad depende de la temperatura	Si es constante (no justifican)	Si, ya que el aire tiene las mismas moléculas en todos lados	No sabe, no contestó
	<b>35,48%</b>	<b>22,58%</b>	<b>25,81%</b>	<b>9,68%</b>	<b>6,45%</b>

Fuente: Las autoras (2010)

Un 58,06% (agrupando las categorías 1 y 2 del cuadro 4) de los estudiantes opina que la velocidad del sonido en el aire no es constante; sin embargo, el 22,58% de ellos justifica de forma adecuada que la velocidad del sonido depende de la temperatura, si esta varía, la velocidad también lo hace y un 35,49% responde de forma errónea que la velocidad del sonido es constante.

Los esquemas presentados por los estudiantes de acuerdo a los indicadores descritos, se observan en el cuadro 5.

**Cuadro 5. Categorización de los esquemas de las respuestas a los planteamientos de la FAB A 2**

Indicador	Sub-Indicador	Porcentaje de respuestas
Conceptualizaciones implícitas	Conceptualizaciones implícitas eficaces	22,58%
	Conceptualizaciones implícitas ineficaces insuficientes	35,48%
	Conceptualizaciones implícitas ineficaces erradas	41,94%

**Fuente: Las autoras (2010)**

Se puede notar según los resultados presentados en el cuadro 5, que la mayoría (41,94%) de los aprendices están enfrentados a la clase de situaciones en las cuales no se dispone de las competencias necesarias para el tratamiento relativamente inmediato de la situación planteada; es decir, según Vergnaud (1990) poseen una conceptualización implícita ineficaz.

### **Efectos del desarrollo de actividades de laboratorio de Física, desde el enfoque de fichas de actividades basadas en el aprendiz.**

Para analizar los efectos del desarrollo de las FABA, se consideró el proceso de modificación de los esquemas por parte de los estudiantes.

En la fase 1, se realizó la exploración de conocimientos previos de los estudiantes, a través de las respuestas dadas por ellos a los planteamientos iniciales de la ficha de actividades propuesta, seguidamente se realizó un análisis de la aplicación estas, encontrándose que en general, la mayoría de los aprendices están enfrentados según lo descrito por Vergnaud, (1990) a la clase de situaciones en las cuales no se dispone de las competencias necesarias para el tratamiento relativamente inmediato de la situación planteada, razón por la cual, los estudiantes iniciaron un proceso de modificación de esquemas, a continuación se describen algunas observaciones realizadas:

ü Durante la fase 2, o fase de discusión, luego de exponer cada uno su respuesta, al final preguntaban si la podían cambiar, en virtud de que la argumentación de algún compañero los había convencido de que su respuesta era incorrecta; es decir, evidenciaban por su cuenta que tenían una concepción implícita errada de la situación planteada, en este caso, habían modificado su esquema al entender la situación o verla desde otra perspectiva. Algunos simplemente ampliaron su esquema; es decir, los que se encontraban dentro de la clasificación de las concepciones implícitas erradas insuficientes (los que no sabían justificar la situación); ellos al poder justificar su respuesta de manera correcta, pasan a poseer una conceptualización implícita eficaz.

ü Es importante destacar que los aprendices mejoraron la forma de expresar sus ideas, acercándose al lenguaje científico después de la discusión, esto también influye en la modificación de esquemas.

ü En el desarrollo de la actividad se notaba un alto grado de

disposición al trabajo, lo cual favorece la construcción de conocimientos científicos según lo expresa Sanmartí, (2001).

ü Se evidenciaron modificaciones significativas en sus esquemas de conocimientos, al ofrecer explicaciones más coherentes y consistentes después de la experimentación y el intercambio de ideas con sus compañeros.

ü En la fase de transferencia y divulgación se notó que todos los estudiantes lograron modificar sus conceptualizaciones implícitas de las ineficaces insuficientes y erradas hacia las eficaces; es decir, lograron modificar sus esquemas de tal forma que su respuesta correspondía a la clase de situaciones donde disponían de las competencias necesarias para el tratamiento relativamente inmediato de la situación presentada.

## Conclusiones

Al evaluar los efectos del desarrollo de actividades de laboratorio de física, desde el enfoque de fichas de actividades basadas en el aprendizaje para esta asignatura, se puede mencionar lo siguiente:

ü Los estudiantes han logrado construir conocimientos a través de la modificación de las conceptualizaciones implícitas y han utilizado de manera sistemática toda una serie de estrategias y habilidades tales como escribir, observar, calcular, deducir, clasificar, transferir, trabajar en equipo, predecir, formular hipótesis, entre otras. Además han desarrollado algunos valores y actitudes tales como el respeto, la solidaridad, la no discriminación de sus compañeros, la puntualidad, entre otros.

ü Otro factor que promueve el aprendizaje es el hecho de que además de tomar en consideración los conocimientos previos, se presentan retos abordables a los aprendices, que permiten progresar e iniciar la actividad mental al máximo. Esto es apoyado por Vergnaud, (1990), cuando expresa que el desarrollo cognitivo es moldeado por las acciones de los sujetos en situaciones concretas y por las conceptualizaciones subyacentes a ellas.

ü Los efectos producidos por la aplicación y desarrollo de

actividades de laboratorio de Física, desde el enfoque de fichas de actividades basadas en el aprendizaje fueron favorables, ya que los estudiantes han logrado construir conocimientos a través de la modificación de las conceptualizaciones implícitas y de sus esquemas.

## Referencias

- ARRIETA, X. (2003). **Propuesta y evaluación de un modelo para el desarrollo de las prácticas de Física**. Tesis doctoral para optar al título de doctora en Ciencias Humanas. Universidad del Zulia. Facultad de Humanidades y Educación. División de estudios para graduados. Doctorado en Ciencias Humanas. Maracaibo, Venezuela.
- BAVARESCO, A. (1997). **Proceso metodológico en la investigación**. Tercera edición. Ediluz. Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.
- MOREIRA, M. (2002). **La teoría de los campos conceptuales de Vergnaud, la enseñanza de las ciencias y la investigación en el área**. Investigaciones en Enseñanza de las Ciencias, 7(1), 2002. <http://www.if.ufrgs.br/ienci>. Traducción de Isabel Iglesias.
- PADRÓN, J. (1998). **La estructura de los procesos de investigación**. USR. Decanato de Postgrado. Caracas. Venezuela.
- SANMARTÍ, N. (2001). **Un reto: mejorar la enseñanza de las ciencias**. Guix. Elements d'Acció Educativa. N.275, 11-21.
- VERGNAUD, G. (1990). **La théorie des champs conceptuels**. Traducido por Juan Godino. Recherches en Didactique des Mathématiques, v. 10, n. 2, 3, p. 133-170, 1990.
- VERGNAUD, G. (1993). **Teoria dos campos conceituais**. In Nasser, L. (Ed.) Anais do 1º Seminário Internacional de Educação Matemática do Rio de Janeiro. p. 1-26.
- VERGNAUD, G. (1998). **A comprehensive theory of representation for mathematics education**. Journal of Mathematical Behavior, v. 17, n. 2, p. 167-181, 1998. Traducido por Juan Godino.