

## Modelo didáctico "Elaboración y Contrastación de Hipótesis" y el aprendizaje de la biofísica en estudiantes universitarios

Didactic model "elaboration and test of hypotheses" and the learning of Biophysics in University Students

Oscar R. Morillo Alva<sup>1</sup>; Sixto Prado Cáceres<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Universidad Nacional de Trujillo; or\_morillo@hotmail.com.

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Universidad Nacional de Trujillo, sprado26@hotmail.com<sup>2</sup>

Recibido: 20-12-2016

Aceptado: 20-02-2016

### RESUMEN

Este trabajo se desarrolló en la Universidad Nacional de Trujillo. El objetivo fue determinar la eficacia de la aplicación del modelo didáctico propuesto: "elaboración y contrastación de hipótesis" en el aprendizaje de la Biofísica en estudiantes de las Escuelas de Microbiología y Parasitología (secciones A y B) durante el semestre 2015-II y de Ciencias Biológicas (secciones A y B) durante el semestre 2016-I. El universo muestral estuvo constituido por 73 alumnos, 37 de las secciones del grupo experimental y 36 de las secciones grupo control. La recolección de datos se hizo mediante listas de cotejo, guías de observación y pruebas de ensayo. Para el análisis estadístico de los resultados se utilizó la distribución F, una vez comprobada la equivalencia de los valores de dispersión en los grupos de estudio, estos fueron sometidos a los modelos de enseñanza respectivos, con el modelo tradicional "transmisión recepción" y modelo "elaboración y contrastación de hipótesis" reportando para el grupo experimental (microbiología) una media y desviación estándar de 13.20 y 0.56, mientras que el grupo control 8.93 y 2.81 respectivamente. La diferencia sustantivamente significativa se le puede atribuir a la aplicación de los modelos bajo estudio, tiene un mejor rendimiento académico el grupo con la aplicación de modelo didáctico "elaboración y contrastación de hipótesis". En la sección de Ciencias Biológicas se reporta para el grupo experimental una media y desviación estándar de 11.8 y 1.01, mientras el grupo control 11.50 y 1.71 respectivamente. La prueba F del análisis de covarianza no encuentra evidencias suficientes para declarar una diferencia estadística significativa. Si bien es cierto existe un mejor promedio en el grupo experimental, esta diferencia no es significativa entre ambos grupos, por lo que la aplicación de los métodos bajo estudio, y de acuerdo a las medias del rendimiento de los grupos no existe una diferencia estadística en el efecto del método experimental respecto al grupo control.

**Palabras clave:** Elaboración, contrastación de hipótesis y aprendizaje

### ABSTRACT

This work was develop in the National University of Trujillo. The objective was to determine the effectiveness of the application of the proposed didactic model: "elaboration and hypothesis testing" in the learning of Biophysics in students of the Schools of Microbiology and Parasitology (sections A and B) during the semester 2015-II and of Biological Sciences (sections A and B) during the semester 2016-I. The sample universe was establish by 73 students, 37 of the sections of the experimental group and 36 of the sections control group. Data collection was done through checklists, observation guides and test trials. Distribution F was used for statistical analysis of the results, once the equivalence of the dispersion values in the study groups was verified, they were submitted to the respective teaching models, with the traditional model "transmission reception" and "elaboration and hypothesis testing" model, reporting a mean and standard deviation of 13.20 and 0.56 for the experimental group (microbiology), while the control group 8.93 and 2.81 respectively. The substantively significant difference can be attributed to the application of the models under study, with a better academic performance group for the application of didactic model elaboration and hypothesis testing. In the Biological Sciences section, a mean and standard deviation of 11.8

and 1.01 were reported for the experimental group, while the control group 11.50 and 1.71 respectively, the F test of the covariance analysis did not find enough evidence to declare a significant statistical difference. While it is true that there is a better average in the experimental group, this difference is not significant between the two groups, so the application of the methods under study, and according to the means of the groups performance there is no statistical difference in the effect of the experimental method on the control group.

**Key Words:** Hypothesis, development and testing

## I. INTRODUCCIÓN

Según manifiestan Pozo y Gómez (2000: 265) “parece que la adquisición del conocimiento científico, lejos de ser un producto espontáneo y natural de nuestra interacción con el mundo de los objetos, es una laboriosa construcción social, o mejor aún re-construcción, que sólo podrá alcanzarse mediante una enseñanza eficaz que sepa afrontar las dificultades que ese aprendizaje plantea” (...), “se trata de analizar que estrategias y enfoques de enseñanza hacen más probable el aprendizaje de la ciencia”.

En esta perspectiva, las concepciones sobre el aprendizaje de las ciencias han conducido en los últimos años a diversos modelos de enseñanza que tienen como objetivo explícito provocar en los alumnos cambios conceptuales. Así, para Díaz y Hernández (2002: 41), las condiciones que permiten el logro de aprendizaje significativo deben reunir varias condiciones: la nueva información debe relacionarse de modo no arbitrario y sustancial con lo que el alumno ya sabe, dependiendo también de la disposición (motivación y actitud) de éste por aprender, así como de la naturaleza de los materiales o contenidos de aprendizaje.

Las ciencias naturales, en particular la Biofísica, se basan en un proceso del pensamiento hipotético-deductivo, caracterizándose por una metodología científica, que parte de una hipótesis teórica, para desarrollarse en dirección a sus consecuencias lógicas. Estas se caracterizarán y, en una fase posterior, sufrirán una comprobación experimental bajo la forma de confirmación específica o aplicación práctica de una teoría.

Uno de los objetivos centrales de la educación científica es que los estudiantes desarrollen procedimientos y habilidades como las que emplean los científicos al realizar su trabajo. Desde diferentes ámbitos se recomienda que la instrucción en ciencias ofrezca a los estudiantes oportunidades de aprender acerca de la naturaleza de la ciencia como una actividad intelectual que incluye generación y desarrollo de los distintos cuerpos de conocimiento, según Carretero (1997: 124, 125), “desde un punto de vista educativo, creemos que no tiene demasiado sentido separar excesivamente los aspectos de la metodología científica de la enseñanza de los contenidos científicos”.

Guisasola, Ceberio y Zubimendi (2003), citan a McComas quien señala que la palabra “hipótesis” tiene al menos tres posibles significados. Un primer significado sería el de una teoría provisional (hipótesis explicativa) que posteriormente podría convertirse en teoría. Un segundo significado sería el de un intento de establecer una norma (hipótesis generalizable) que posteriormente se podría convertir en ley. Por último, cuando se pide a los estudiantes que emitan hipótesis durante una experiencia de laboratorio o en la resolución de un problema, el significado es el de predicción plausible que no tenga contradicciones con el cuerpo teórico y que sea contrastable, bien experimentalmente o bien tras alcanzar la solución del problema. Este último significado de hipótesis es el que se ha utilizado en el presente trabajo.

En la enseñanza de las ciencias escribir y proponer hipótesis acerca de un fenómeno específico entra dentro de la amplia área de los conocimientos procedimentales. En este estudio con el término conocimiento procedimental nos referiremos a la capacidad de los alumnos para dar solución a problemas desde sus propios recursos de destrezas y conceptos articulados en base a un razonamiento propio de la Ciencia.

La finalidad de los contenidos procedimentales es que el alumno aprenda no solo los contenidos cognitivos (o declarativos) sino también los metacognitivos (esto es, métodos y destrezas que permiten acceder al conocimiento declarativo). En el caso de las ciencias experimentales parece razonable que el ámbito donde deben aprenderse los procedimientos sea el mismo ámbito en que esa ciencia ha sido construida, es decir, el laboratorio.

Una de las conclusiones de De Cudmani, Pesa y Salinas (2000), en su trabajo: “Hacia un Modelo Integrador para el Aprendizaje de las Ciencias”, indica que: Las estrategias educativas deberían aproximar las actividades del aula a las que desarrolla la comunidad científica. En este proceso, el saber científico, en todas sus facetas, actúa como referente permanente, ya que, aunque la construcción personal es una parte central del aprendizaje, debe tenerse siempre presente que el conocimiento científico no es idiosincrático: la ciencia es una actividad colectiva y el conocimiento científico se valida por consenso. Se trata de conciliar en las actividades una dosis de capacidad adaptativa que permita a cada estudiante poner en juego sus propias ideas y una dosis de rigidez que garantice no perder de vista el saber científico a construirse. El profesor actúa como un experto, miembro de la comunidad científica, que orienta el trabajo de los estudiantes para que éste sea coherente con la naturaleza de la ciencia y del trabajo científico, para que los estudiantes construyan el conocimiento consensuado por la comunidad científica y para que modifiquen sus hábitos de aprendizaje transformándolos en herramientas más eficientes para el conocimiento y la investigación científica.

Furió y Guisasaola (2001), en su trabajo. “La Enseñanza del Concepto de Campo Eléctrico Basada en un Modelo de Aprendizaje como Investigación Orientada”, Destaca las ventajas del aprendizaje de ciencias como una actividad de investigación diciendo: Los resultados muestran que la aplicación de una instrucción bajo las orientaciones del aprendizaje como actividad de investigación orientada permite a los estudiantes una mayor asimilación de ideas significativas en un porcentaje superior al de los alumnos que reciben una enseñanza transmisiva. En este sentido, se ha comprobado que los estudiantes de los grupos experimentales presentan una mejora notable en la forma de plantear y razonar las situaciones problemáticas en base al marco teórico aprendido. Así mismo, la aplicación de un concepto clasificado por la investigación didáctica de especial dificultad, como es el de campo eléctrico, obtiene resultados correctos que, como mínimo, duplican a los del grupo de control, siendo en todos los casos las diferencias estadísticamente significativas.

Numerosos estudios concluyen que la mayoría de estudiantes de ciencias experimentales no poseen adecuadas habilidades de aprendizaje, lo que dificulta el logro de capacidades y rendimiento académico. Tal situación justifica la realización de investigaciones que promuevan estas habilidades; “cunde entre los profesores de ciencias, (...), una creciente sensación de desasosiego, de frustración, al comprobar el limitado éxito de sus esfuerzos docentes, (...), de modo mayoritario los alumnos no aprenden la ciencia que se les enseña (Pozo y Gómez 2000: 18).

Las carreras de Ciencias Médicas y Ciencias biológicas, suelen incorporar en sus proyectos educativos la experiencia curricular de Biofísica como una de sus materias científicas propedéuticas cuyo objetivo es desarrollar competencias educacionales relacionadas con el manejo de leyes físicas que operan en los organismos vivos.

En la Universidad Nacional de Trujillo, el curso de Biofísica forma parte de los planes de estudio en las carreras de Estomatología, Física, Pesquería, Ciencias Biológicas y Microbiología. En Medicina se desarrolla como Biofísica Médica. Tomando como fuente las actas finales de este curso, Biofísica, desarrollado entre los semestres académicos 2010 - I al 2014 - I (8 semestres académicos) correspondientes a las Escuelas Académico Profesionales de Ciencias Biológicas y Microbiología y Parasitología se puede apreciar que de 1219 alumnos matriculados aprobaron en “promocional” 694 que constituye el 56,9%.

Entre los factores posibles de esta baja tasa de aprobación, que significa, a su vez, bajos logros de aprendizaje estaría el modelo didáctico utilizado en el proceso enseñanza-aprendizaje de esta disciplina científica, en donde predominan la exposición teórica y los trabajos prácticos guiados por manuales “tipo recetario”, es decir, el modelo “Transmisión – recepción”.

En las aulas de clase de Biofísica de la Universidad Nacional de Trujillo, son escasos los momentos en que se pone a los alumnos para que planteen alternativas de solución y reflexión sobre conceptos y procedimientos de los temas en desarrollo; por lo general, es el docente quien proporciona a los alumnos el conocimiento acabado, esto se traduce en el casi exclusivo uso de la clase magistral y la presentación de prácticas de laboratorio con guía tipo “receta”. Es importante que el docente cambie su rol protagonista por otro que propicie la participación activa (reflexión, análisis, construcción, etc.) del conocimiento en sus alumnos.

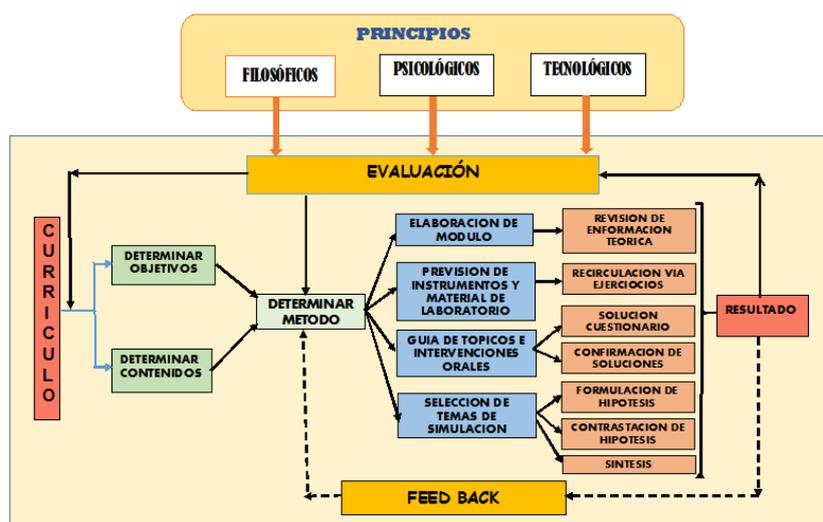
En este trabajo se ha reestructurado, adecuado y aplicado un modelo didáctico activo, basado en la elaboración y contrastación de hipótesis para ser usado en la asignatura de Biofísica. Esperamos que este modelo permita dinamizar el trabajo en el aula; al tiempo que contribuirá al enriquecimiento de la práctica docente, mediante nuevas formas de enseñar y aprender.

Según Pacheco (2004: 62, 63), los modelos didácticos vienen a ser representaciones esquemáticas del proceso enseñanza-aprendizaje que describen todos los elementos que intervienen en él, así como la relación entre ellos. Los modelos didácticos son útiles tanto para orientar la enseñanza de una asignatura, de una unidad, de un tema específico, como para diseñar y desarrollar materiales instruccionales y para orientar la investigación. Además definen claramente las responsabilidades del docente durante las etapas de planificación, implementación y evaluación de la enseñanza, y funcionan como herramientas para ayudarle a enseñar de manera más sistemática y efectiva.

Existe una gran variedad de modelos didácticos; pero se pueden agrupar en tres modelos de gran relevancia para la enseñanza de las Ciencias Naturales: modelo transmisión-recepción, modelo de descubrimiento y modelo constructivista (Jiménez et al. 1992: 26-37). Estos tres modelos, corresponden a tres momentos históricos, y, aunque se puedan criticar a los dos primeros, hay muchas estrategias de ambos que pueden ser aprovechables en la enseñanza de las ciencias.

Asumiendo una postura ecléctica y tomando como principios filosóficos, psicológicos y tecnológicos que fundamentan nuestra propuesta, consideramos que el conocimiento científico, según Gallego y Pérez (1997: 22) “es una construcción de un sujeto cognoscente que parte, en primer lugar, de sus creencias y suposiciones básicas acerca de la estructura y funcionamiento de la realidad y, en segundo lugar, de las estructuras conceptuales, metodologías, actitudinales y axiológicas que tienen en su base esas creencias y suposiciones básicas, esto es, no parte de la observación como de manera ingenua se piensa y enseña”. Así mismo, el aprendizaje está sustentado en un enfoque psicogenético, cognitivo y sociocultural (Díaz y Hernández 2002: 31), (Rodríguez y Larios 2014: 87-114). Y todos los elementos, o la interacción de estos componentes se han estructurado con un enfoque sistémico (Alvarez 1996: 23-25).

Para la instrumentalización de nuestro modelo, sus componentes constan de los siguientes elementos: **Currículo, objetivos, contenidos, método, elaboración de módulo, material, guía de tópicos, selección de temas de simulación, resultado y evaluación**, analizándose la estructura y funciones de sus componentes, así como las interrelaciones entre estos elementos (Fig. 1)



**Fig. 1.** Relación sistémica estructural de los componentes del Modelo Didáctico “Elaboración y contrastación de hipótesis” (EyCH)

La estructura de operacionalización se describe a continuación:

- a. *Currículo*. Es la fuente de donde se extraen las ideas esenciales para la formación profesional y la identificación de las sumillas para realizar la planificación y determinación de objetivos y contenidos.
- b. *Objetivos*.- Al principio del proceso se realiza la definición de los objetivos de la asignatura relacionados con el contenido al cual serán aplicados, expresados en términos de aprendizaje, de conocimientos y habilidades. Esos objetivos describen, los resultados que se pretenden alcanzar a través del desarrollo del modelo didáctico se caracterizan en función del dominio y del tipo de aprendizaje pretendidos.
- c. *Contenidos*.- Es la parte del objeto de estudio en la que se precisa el sistema de conocimientos y de habilidades, donde se especifican cuáles son los conocimientos esenciales a partir de los cuales los estudiantes desarrollan todos los conocimientos y las habilidades previstos. Corresponde al resumen del programa propuesto para la asignatura de Biofísica.
- d. *Método*.- Es el componente en el cual se concretan las relaciones sujeto-objeto de estudio y sujeto-sujeto (alumno-alumno y alumno-profesor), (ley de los procesos conscientes de Alvarez 1996). Es a través de ella que el alumno, bajo la orientación del profesor, se apropia del contenido y alcanza el objetivo.

En el método de enseñanza-aprendizaje de la Biofísica (Actividad de Estudio) se manifiestan las relaciones dialécticas teoría-práctica, concreto-abstracto, educación-instrucción, enseñanza-aprendizaje, así como se concreta a través de esta la formación de valores. El desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje y la dinámica de las clases son realizados a través de las acciones de las Actividades de Estudio por el estudiante, bajo las orientaciones de profesor. Se propone trabajar los contenidos procedimentales tomando en consideración las habilidades de tipo investigativo, motrices y de comunicación.

- e. *Elaboración de módulo*.- A partir de la determinación de objetivos y contenidos, se elabora un material escrito, que sirve como guía básica para el estudiante. Este material contiene información teórica, ejemplos ilustrativos y el planteamiento de algunas preguntas problematizadoras que estimulen la generación de respuestas hipotéticas.
- f. *Instrumentos y Materiales*.- El proceso docente-educativo se desarrolla con ayuda de algunos objetos, como son, el pizarrón, el plumón, el proyector multimedia, los equipos e insumos de laboratorios, etc.; pero también, se establecen tareas de estudio, que se transforman en material de estudio para que los estudiantes puedan llevar a concretizar las actividades de estudio de biofísica.
- g. *Guía de tópicos*.- Para facilitar el estudio de los temas de biofísica, se preparan tópicos o temas de interés, se hace un análisis teórico sobre estos temas, se formulan preguntas orales y problemas de lápiz y papel.
- h. *Selección de temas de simulación*.- La condición de la organización correcta de la actividad de estudio es el planteo, ante los estudiantes, de la selección de los temas de estudio, cuya resolución requiere de ellos la experimentación con el material de estudio. Una vez seleccionado el tema de simulación, el alumno podrá plantar hipótesis, elaborar estrategias para contrastar sus hipótesis y posteriormente, a partir de sus resultados, elaborar sus conclusiones.
- i. *Resultado*.- Se espera que mediante el trabajo hipotético deductivo y sistémico que se propone, se logren los objetivos de aprendizaje y se mejore el rendimiento académico de los estudiantes.
- j. *Evaluación*.- Constituye este componente la forma en que se comprueba el desarrollo del aprendizaje a través del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Biofísica. Con la

evaluación se verifica el logro de los objetivos previstos así como la eficacia del método y sus procedimientos. Según resulte la formulación de juicios derivados de la misma, se efectuará la realimentación de ser necesaria.

- k. *Feed back*.- Tomando como referencia los resultados y sus juicios valorativos se efectuarán los reajustes oportunos en las pates del proceso que así lo exija.

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

En esta investigación el objeto de estudio estuvo conformado por estudiantes del 4to ciclo secciones "A" y "B" de la Escuela Académico profesional de Microbiología y Parasitología (2015-II); y estudiantes del 3er ciclo secciones "A" y "B" de la Escuela Académico Profesional de Ciencias Biológicas (2016-I).

La participación de los sujetos estuvo controlado por los siguientes criterios de inclusión: Participación como mínimo al 90% de las sesiones de clase; estar estudiando regularmente en las Escuelas de Microbiología y Ciencias Biológicas y matriculados en el curso de Biofísica.

Se tomó como población los alumnos de la Facultad de Ciencias Biológicas, Escuela de Microbiología y Parasitología, de las secciones "A" y "B" matriculados el semestre 2015-II y que hacen un total de 29 alumnos. 15 de la sección A y 14 de la sección B; y alumnos de la Escuela de Ciencias Biológicas secciones "A" y "B", matriculados en el semestre académico 2016-I y que hacen una total de 44 alumnos, 22 de la sección A y 22 de la sección B. Haciendo un total de 73 alumnos.

La muestra fueron los mismos alumnos tomados para la población.

Las variables en estudio fueron: modelo didáctico "elaboración y contrastación de hipótesis" y el aprendizaje de la Biofísica.

Instrumentos de recolección de datos: Se utilizaron listas de cotejo, guías de observación y pruebas escritas, con las cuales se evaluaron los aprendizajes de los estudiantes.

Se realizó el experimento considerando dos grupos de estudio, el experimental con la aplicación del modelo didáctico "elaboración y contrastación de hipótesis", y el grupo control considerando al modelo tradicional "transmisión-recepción". Para darle consistencia al estudio los grupos fueron evaluados previamente en un curso básico común para los grupos en estudio, comprobándose el equilibrio u homogeneidad en el rendimiento. Los cursos básicos de comparación fueron: Biología de los Microorganismos para alumnos de la Escuela de Microbiología y de Botánica Criptogámica para los alumnos de la Escuela de Ciencias Biológicas.

A efectos de comparar ambos grupos, experimental (con aplicación de estímulo, elaboración y contrastación de hipótesis) y control (uso tradicional de enseñanza aprendizaje) y como los mismos son considerados como "muestras pequeñas", se utilizó para el análisis estadístico de los resultados, la distribución F, una vez comprobada la equivalencia de los valores de dispersión en los dos grupos.

En el caso de la comparabilidad de las variables de tipo cuantitativo se procedió a reconocer la intervención o no del azar en las diferencias encontradas, con la prueba de diferencia de medias.

### III. RESULTADOS

**Tabla 1**

Rendimiento académico en escala vigesimal con aplicación de modelo didáctico “elaboración y contrastación de hipótesis” y de modelo control “transmisión-recepción”, en el aprendizaje de la Biofísica. Escuela Académico Profesional de Microbiología y Parasitología UNT, 2015-II

| Calificación según curso | Grupo de estudio |        |                  |        | Prueba F            |
|--------------------------|------------------|--------|------------------|--------|---------------------|
|                          | Experimental     |        | Control          |        |                     |
|                          | $\bar{x} \pm DE$ |        | $\bar{x} \pm DE$ |        |                     |
| Curso básico             | 12.07            | ± 0.96 | 11.79            | ± 1.12 | F = 0.53 p > 0.05   |
| Curso Biofísica          | 13.20            | ± 0.56 | 8.93             | ± 2.81 | F* = 32.39 p < 0.01 |
| n                        | 15               |        | 14               |        |                     |

F\*: Prueba F del análisis de covarianza considerando como covariable al rendimiento en curso básico de los mismos alumnos en cada grupo de estudio.

**Tabla 2**

Rendimiento académico en escala vigesimal con aplicación de modelo didáctico basado en la elaboración y contrastación de hipótesis y de modelo control “transmisión recepción”, en el aprendizaje de la Biofísica. Escuela Académico Profesional de Ciencias Biológicas UNT, 2016-I

| Calificación según curso | Grupo de estudio |        |                  |        | Prueba F           |
|--------------------------|------------------|--------|------------------|--------|--------------------|
|                          | Experimental     |        | Control          |        |                    |
|                          | $\bar{x} \pm DE$ |        | $\bar{x} \pm DE$ |        |                    |
| Curso básico             | 10.10            | ± 1.97 | 10.86            | ± 2.25 | F = 1.46 p > 0.05  |
| Curso Biofísica          | 11.82            | ± 1.01 | 11.50            | ± 1.71 | F* = 3.12 p > 0.05 |
| n                        | 22               |        | 22               |        |                    |

F\*: Prueba F del análisis de covarianza considerando como covariable al rendimiento en curso básico de los mismos alumnos en cada grupo de estudio.

#### IV. DISCUSIÓN

Se utilizó el diseño cuasiexperimental, con observación basal y final. La característica fundamental de este tipo de diseño es que el investigador no puede hacer la asignación al azar de los sujetos, sin embargo, puede controlar alguna de las variables importantes del entorno y/o de los sujetos. Aunque estos diseños no garanticen un nivel de validez interna y externa como en los experimentales, ofrecen un grado de validez suficiente, lo que hace muy viable su uso en el campo de la educación.

La Tabla N° 1, muestra los resultados del experimento considerando dos grupos de estudio, el experimental con la aplicación del modelo didáctico basado en la elaboración y contrastación de hipótesis, y el grupo control considerando el método tradicional “transmisión recepción”. Para darle consistencia al trabajo los grupos fueron evaluados simultáneamente, durante el semestre en un curso básico: Biología de los Microorganismos, desarrollado por los grupos, comprobándose el equilibrio u homogeneidad en el rendimiento; el grupo experimental obtuvo una media y desviación estándar de 12.07 y 0.96 respectivamente, mientras que el grupo control reportó 11.79 y 1.12, y que al someterse a la prueba F del análisis de varianza no se detecta una diferencia estadística significativa ( $p > 0.05$ ), lo que permite señalar que ambos grupos tienen rendimientos académicos similares y que la diferencia encontrada entre ambos grupos no va a alterar significativamente el resultado de la evaluación final.

Luego ambos grupos de estudio fueron sometidos a los métodos respectivos, reportando para el grupo experimental una media y desviación estándar de 13.20 y 0.56 respectivamente, mientras que el grupo control obtuvo para los mismos indicadores 8.93 y 2.81; la prueba F del análisis de covarianza que compara de manera más refinada a los promedios encuentra evidencias suficientes para declarar una diferencia estadística altamente significativa ( $p < 0.01$ ). El análisis de covarianza usado tiende a reducir el efecto que puede tener el puntaje del rendimiento inicial o basal sobre la calificación final en el curso de Biofísica. La diferencia sustantivamente significativa entre ambos grupos se le puede atribuir a la aplicación de los métodos bajo estudio, y de acuerdo a las medias del rendimiento de los grupos, tiene un mejor rendimiento académico el grupo con la aplicación del modelo didáctico basado en la elaboración y contrastación de hipótesis. Es efectivo el método experimental respecto al grupo control.

Se repitió el experimento considerando los dos grupos de estudio, (Tabla N°2), el experimental con la aplicación del modelo didáctico basado en la elaboración y contrastación de hipótesis, y el grupo control considerando al método tradicional, transmisión recepción. Para darle consistencia al trabajo los grupos fueron evaluados simultáneamente, durante el semestre en un curso básico: Botánica Criptogámica, desarrollado por los grupos, comprobándose el equilibrio u homogeneidad en el rendimiento; el grupo experimental obtuvo una media y desviación estándar de 10.10 y 1.97 respectivamente, mientras que el grupo control reportó 10.86 y 2.25, y que al someterse a la prueba F del análisis de varianza no se detecta una diferencia estadística significativa ( $p > 0.05$ ), lo que permite señalar que ambos grupos tienen rendimientos académicos similares y que la diferencia encontrada entre ambos grupos no va a alterar significativamente el resultado de la evaluación final.

Luego ambos grupos de estudio fueron sometidos a los métodos respectivos, reportando para el grupo experimental una media y desviación estándar de 11.82 y 1.01 respectivamente, mientras que el grupo control obtuvo para los mismos indicadores 11.50 y 1.71; la prueba F del análisis de covarianza que compara de manera más refinada a los promedios no encuentra evidencias suficientes para declarar una diferencia estadística significativa ( $p = 0.085$ ,  $p > 0.05$ ). El análisis de covarianza usado tiende a reducir el efecto que puede tener el puntaje del rendimiento inicial o basal sobre la calificación final en el curso de Biofísica. Si bien es cierto existe un mejor promedio en el grupo experimental sin embargo esta diferencia no es sustantivamente significativa entre ambos grupos, por lo que la aplicación de los métodos bajo estudio, y de acuerdo a las medias del rendimiento de los grupos no existe una diferencia estadística en el efecto del método experimental respecto al grupo control.

#### V. CONCLUSIONES

Los grupos en estudio, tanto las secciones de Biofísica (2015-II) de la Escuela de Microbiología, y las secciones de Biofísica (2016-I) de Ciencias Biológicas, tomadas como grupos experimentales, con aplicación del modelo “elaboración de hipótesis y su contrastación” y grupos control, con aplicación

del modelo “transmisión recepción”, presentaron el mismo rendimiento inicial o básico al comenzar el estudio.

En relación a las secciones de Biofísica de la Escuela de Microbiología, los resultados de la prueba F del análisis de covarianza que compara de manera más refinada a los promedios encuentra evidencias suficientes para declarar una diferencia estadística altamente significativa ( $p < 0.01$ ). El análisis de covarianza usado tiende a reducir el efecto que puede tener el puntaje del rendimiento inicial o basal sobre la calificación final en el curso de Biofísica. La diferencia sustantivamente significativa entre ambos grupos se le puede atribuir a la aplicación del modelo bajo estudio, y de acuerdo a las medias del rendimiento de los grupos, tiene un mejor rendimiento académico el grupo con la aplicación de modelo didáctico elaboración y contrastación de hipótesis.

Es efectivo el modelo experimental “elaboración de hipótesis y su contrastación” respecto al modelo tradicional “transmisión-recepción” del grupo control.

En relación a las secciones de Biofísica de la Escuela de Ciencias Biológicas, los resultados de la prueba F del análisis de covarianza que compara de manera más refinada a los promedios no encuentra evidencias suficientes para declarar una diferencia estadística significativa ( $p = 0.085$ ,  $p > 0.05$ ). El análisis de covarianza usado tiende a reducir el efecto que puede tener el puntaje del rendimiento inicial o basal sobre la calificación final en el curso de Biofísica.

Si bien existe un mejor promedio en el grupo experimental (11.82), respecto del promedio del grupo control (11.50), sin embargo esta diferencia no es sustantivamente significativa entre ambos grupos, por lo que la aplicación de los métodos bajo estudio, y de acuerdo a las medias del rendimiento de los grupos no existe una diferencia estadística en el efecto del método experimental respecto al grupo control.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ C. 1996. **La Escuela en la Vida: Didáctica**: Recuperado de: [http://www.conectadel.org/wp-content/uploads/downloads/2013/03/La\\_escuela\\_en\\_la\\_vida\\_C\\_Alvarez.pdf](http://www.conectadel.org/wp-content/uploads/downloads/2013/03/La_escuela_en_la_vida_C_Alvarez.pdf)
- CARRETERO M. 1997. **Construir y enseñar. Las Ciencias Experimentales**, Buenos Aires: Ed. Indugraf.
- DE CUDMANI L. PESA M. SALINAS J. 2000. **Hacia un Modelo Integrador para el Aprendizaje de las Ciencias**, Departamento de Física. FCEyT. Universidad Nacional de Tucumán. Av. Independencia, 1800. 4000 Tucumán, Argentina. Recuperado de: <http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v18n1/02124521v18n1p3.pdf>
- DIAZ F. HERNÁNDEZ G. 2002. **Estrategias Docentes para un Aprendizaje Significativo. Una interpretación constructivista**, México: Ed. McGrawHill.
- FURIÓ C. GUIASOLA J. 2001. **La Enseñanza del Concepto de Campo Eléctrico Basada en un Modelo de Aprendizaje como Investigación Orientada**, Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Valencia 2 Departamento de Física Aplicada I. Universidad del País Vasco, recuperado de: <http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v19n2/02124521v19n2p319.pdf>
- GALLEGO R. PÉREZ R. 1997. **La enseñanza de las ciencias experimentales, El constructivismo del caos**, Colombia: Ed. Magisterio.
- GUIASOLA J. CEBERIO M. ZUBIMENDI J. 2003. **El papel científico de las hipótesis y los razonamientos de los estudiantes universitarios en resolución de problemas de física**, Investigações em Ensino de Ciências – V8 (3), pp. 211-229. Recuperado de: [http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID105/v8\\_n3\\_a2003.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID105/v8_n3_a2003.pdf).
- JIMENEZ M. ALBALADEJO C. CAAMAÑO A. 1992. **Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza. Curso de actualización Científica y Didáctica**. Madrid: MEC. Ed. Materiales del área de Ciencias de la Naturaleza.

PACHECO A. 2004. **Aprendiendo a enseñar, enseñando a aprender en la universidad**, Lima: Ed. Gráficos S.R.L

POZO J. GOMEZ M. 2000. **Aprender y enseñar ciencia**, Madrid: Ed. Morata.

RODRIGUEZ E. LARIOS B. 2014. **Teorías del Aprendizaje: Del Conductismo radical a la Teoría de los Campos Conceptuales**. Colombia: Ed. Magistero,