

La visión experimental versus la visión teórica de los estudiantes en las carreras de Profesorado y Licenciatura en Física

The experimental vision versus the theoretical vision of students of physics teachers and bachelor's degree programs

Esteban Szigety^{1,2}, Jorge López³, Luis Jaime Bernal⁴, Gabriel Pérez^{2,4}, Pablo Sánchez⁴, Horacio Tesolin⁴

¹ Departamento de Física Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata, Ing. Rateriy 1-99, CP 7600, Mar del Plata, Buenos Aires. Argentina.

² Colegio Nacional "Dr. Arturo U. Illia", Universidad Nacional de Mar del Plata, Matheu 4051, CP 7600, Mar del Plata, Buenos Aires. Argentina.

³ Centro Marplatense de Investigaciones Matemáticas (CeMIM) - Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata, Dean Funes 3350, CP 7600, Mar del Plata, Buenos Aires. Argentina.

⁴ Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata, Dean Funes 3350, CP 7600, Mar del Plata, Buenos Aires. Argentina.

*E-mail: esteszige@gmail.com

Resumen

Este trabajo presenta análisis parciales de una encuesta realizada con estudiantes de la Licenciatura y el Profesorado en Física de la Universidad Nacional de Mar del Plata. La encuesta se realizó durante el ciclo lectivo del 2022 y apuntó a definir algunos aspectos de la visión de los estudiantes sobre la teorización y la experimentación. Uno se refiere a definir un carácter teórico-experimental en los estudiantes; el siguiente consiste en definir el grado de importancia que tiene la experimentación en su propia formación; y, por último, ver como posicionan a la física respecto de otras disciplinas y actividades humanas. Este contrapunto entre teoría y experimentación es conocido en el ámbito de nuestra disciplina cuando se diferencia entre físicos teóricos y experimentales.

Palabras clave: Naturaleza de la ciencia; Teorización; Experimentación.

Abstract

This paper presents the partial analyzes of a survey carried out with undergraduate students from the physics career from the National University of Mar del Plata. The survey was carried out during the 2022 school year and aimed to define some aspects related to the students' vision of theorizing and experimentation. One of the aspects refers to defining a theoretical-experimental character in the students; the next one consists of defining the degree of importance that experimentation has in their own training; and finally see how they position Physics with respect to other disciplines and human activities. This counterpoint between theory and experimentation is known in the field of our discipline when differentiating between theoretical and experimental physicists.

Keywords: Nature of science; Theorizing; Experimentation.

I. INTRODUCCIÓN

La encuesta presentada en este trabajo busca analizar la mirada meta-disciplinar que tienen los estudiantes del profesorado y licenciatura de Física de la UNMDP. Esto significa que no analizaremos sus conocimientos sobre los contenidos académicos de la Física, sino su visión de la Física como actividad científica y educativa. En esta oportunidad nos proponemos indagar sobre la visión que tienen sobre la experimentación y la teorización. Los autores consideran también que esta encuesta podría ayudar a orientar el diseño pedagógico de las clases universitarias.

La corriente denominada Naturaleza de la Ciencia (NOS por sus siglas en inglés) ha servido de marco teórico para este trabajo. La misma, lleva cerca de 30 años planteando nuevos puntos de vista y retos para la enseñanza de las ciencias (Aduriz Bravo 2008, 2005). La NOS permite plantearnos preguntas sobre nuestros objetivos didácticos haciendo uso del conocimiento de la epistemología y la historia de la ciencia, como ya lo han mostrado numerosos trabajos (Allchin 2011, Kuhn 1993, Driver *et al.* 2000 y Duschl 1997) y arribar así a una enseñanza más integral donde podemos transmitir una noción de la actividad científica cercana al real desempeño de la ciencia. Como se puede ver el ámbito de investigación de la NOS se encuentra en línea con los objetivos de este trabajo, ya que nos enfocamos en un área específicamente de la NOS: la actividad experimental y su vínculo con la teoría.

Existen varias encuestas vinculadas con las temáticas de la NOS (Lederman *et al.* 2002, Chen 2006) y la visión que tienen los estudiantes sobre distintos aspectos epistemológicos de la ciencia que nos han servido como referencia para este trabajo. En particular el debate entre teoría y experimentación es un aspecto de la NOS que no ha sido muy estudiado. Podemos citar algunos trabajos pioneros en este aspecto como Zwickl, Finkelstein y Lewandowski (2013), quienes desarrollan una herramienta de evaluación para medir cómo los estudiantes ven la diferencia entre la verdadera investigación científica y la realización de experimentos físicos en la clase de laboratorio. O también el trabajo de Shi, Ma y Wang (2020) que se abocan a estudiar los efectos de la enseñanza basada en la indagación y la relación de los estudiantes con la experimentación. A diferencia de estos aportes nuestro trabajo intenta indagar en un aspecto no estudiado anteriormente: ¿perciben los y las estudiantes un lugar de preponderancia de la experimentación o de la teorización en la propia carrera que están cursando?

Como se mencionó anteriormente no se puede negar que existe dentro del quehacer científico una diferencia bien marcada entre dos tipos de actividades: la experimentación y la teorización. Esto quiere decir que hay una inclinación por plantear, por un lado, un problema o cuestión bajo los términos exclusivos de lo conceptual o teórico. Mientras por el otro lado se admite también una respuesta exclusivamente desde la manipulación de la materia y los instrumentos. Se espera que ambos procedimientos interactúen en forma equilibrada ya que el corazón de la ciencia es la especulación en base a los hechos. Entendemos que una visión que favorezca una actividad por sobre la otra puede ser no aconsejable en el ámbito educativo, y desde ya que un desequilibrio grande puede ser perjudicial en la formación de los profesionales. Por ello creemos interesante indagar en esta temática.

¿Es la teorización más sublime, más importante, más destacable que el trabajo experimental para un estudiante?, o todo contrario, piensa que la experimentación es la piedra angular de la Física. ¿Se plantean las y los estudiantes este tipo de ideas de superioridad o importancia de la experimentación por sobre la teorización, o viceversa? ¿En qué punto varía esta opinión con el grado de avance en la carrera? Entendemos que la pregunta directa sobre esta subjetividad recibiría la respuesta políticamente correcta de que ambos aspectos, experimentación y teorización, son igualmente importantes; es por eso que se diseñó una encuesta pensando en superar esa aparente primera respuesta neutral.

La encuesta apunta a indagar lo que denominaremos la *visión teórico-experimental* que tienen los estudiantes del Profesorado y la Licenciatura en Física. Entendemos por esta visión a la propia mirada que tienen ellos sobre la experimentación versus la teorización y la especulación intelectual pura, dentro de la estructura del conocimiento científico. Recientes estudios históricos y filosóficos de las ciencias han resaltado una visión integral de la actividad científica a través de la cual se asume que la experimentación y la teoría no son dimensiones separadas (Hacking, 1996; Iglesias, 2004). Tal como lo señalan Ferreirós y Ordoñez (2002), en la actividad científica la fase experimental y la fase teórica están situadas cuando menos en el mismo plano; la primera goza de tanta autonomía como pueda tener la segunda. Como punto de referencia de los autores de esta encuesta la actividad científica es un proceso discursivo y de argumentación que vincula tanto las relaciones conceptuales como experimentales. Las habilidades puestas en juego en la construcción de una teoría difieren de las habilidades que requieren construir un experimento. La experimentación obra como evidencia para un público testigo que es la comunidad científica. La teorización por otro lado es la estructura intelectual concreta que organiza e impulsa la actividad. La manera como estos dos factores se relacionan favorece la construcción y consolidación de los llamados hechos científicos.

II. LA ENCUESTA Y SU ANALISIS

La encuesta fue realizada en forma anónima y bajo la metodología denominada de “lápiz y papel”, durante la cursada del primer cuatrimestre del año 2022. Los datos personales del estudiante que consideramos relevantes son: la carrera que está cursando (puede estar cursando el Profesorado, la Licenciatura o ambas), la edad y el número de materias cursadas, el número de materias aprobadas. Luego de completar los datos personales, el estudiante tiene por delante la posibilidad de comprender los objetivos de esta encuesta, la cual dice: “Tus respuestas permitirán mejorar aspectos didácticos y pedagógicos de la carrera. Gracias por tu participación en esta investigación. La encuesta ha sido validada mediante entrevistas a un pequeño grupo estudiantes que permitió hacer un análisis de confiabilidad permitiendo que ellos expresaran su opinión sobre la relación entre teoría y experimentación en cada aspecto.

Para la encuesta hemos separado las preguntas en tres aspectos de estudio como se describe a continuación:

- pregunta 0
- Aspecto 1: La importancia que tiene la teoría y la experimentación como la actividad científica (ver figura 1)
 - preguntas 1a, 1b, 1c y 1d
 - preguntas 2, 3 y 4
- Aspecto 2: La importancia que tiene la experimentación en su propio proceso de aprendizaje: pregunta 5, (ver figura 2).
- Aspecto 3: Expresar un grado de experimentación y teorización para otras áreas del conocimiento humano: pregunta 6 (ver figura 3).

0) Menciona cuatro características que creas relevante en la Física como actividad científica

1) El siguiente listado está constituido por acciones. Utilizando una escala de muy importante a poco importante caracteriza el grado que tienen en la Física.

1-A) Observar un fenómeno natural	Muy	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;">2</td><td style="width: 20px; text-align: center;">1</td><td style="width: 20px; text-align: center;">0</td><td style="width: 20px; text-align: center;">1</td><td style="width: 20px; text-align: center;">2</td></tr> </table>	2	1	0	1	2	Poco
2	1	0	1	2				
1-B) Argumentar a través de la matemática	Muy	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;">-2</td><td style="width: 20px; text-align: center;">-1</td><td style="width: 20px; text-align: center;">0</td><td style="width: 20px; text-align: center;">-1</td><td style="width: 20px; text-align: center;">-2</td></tr> </table>	-2	-1	0	-1	-2	Poco
-2	-1	0	-1	-2				
1-C) Crear una ley física para interpretar un fenómeno	Muy	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;">-2</td><td style="width: 20px; text-align: center;">-1</td><td style="width: 20px; text-align: center;">0</td><td style="width: 20px; text-align: center;">-1</td><td style="width: 20px; text-align: center;">-2</td></tr> </table>	-2	-1	0	-1	-2	Poco
-2	-1	0	-1	-2				
1-D) Argumentar a través de la realización de experimentos	Muy	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;">2</td><td style="width: 20px; text-align: center;">1</td><td style="width: 20px; text-align: center;">0</td><td style="width: 20px; text-align: center;">1</td><td style="width: 20px; text-align: center;">2</td></tr> </table>	2	1	0	1	2	Poco
2	1	0	1	2				

2) En qué grado de Acuerdo o Desacuerdo te encuentras respecto a la siguiente frase:
 "El desarrollo de una teoría que describe cierto fenómeno, depende de los experimentos que se realicen sobre el mismo"

Acuerdo	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;">2</td><td style="width: 20px; text-align: center;">1</td><td style="width: 20px; text-align: center;">0</td><td style="width: 20px; text-align: center;">-1</td><td style="width: 20px; text-align: center;">-2</td></tr> </table>	2	1	0	-1	-2	Desacuerdo
2	1	0	-1	-2			

3) Un/a investigador/a se encuentra estudiando un nuevo fenómeno físico. Para tener éxito en su tarea en qué grado de la siguiente escala debería basar su trabajo

Observar y experimentar con el nuevo fenómeno	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;">2</td><td style="width: 20px; text-align: center;">1</td><td style="width: 20px; text-align: center;">0</td><td style="width: 20px; text-align: center;">-1</td><td style="width: 20px; text-align: center;">-2</td></tr> </table>	2	1	0	-1	-2	Hallar una expresión matemática que describan el fenómeno
2	1	0	-1	-2			

4) En la actualidad en qué posición de la siguiente escala se encuentre la física

Desarrollo de teorías y leyes	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;">-2</td><td style="width: 20px; text-align: center;">-1</td><td style="width: 20px; text-align: center;">0</td><td style="width: 20px; text-align: center;">1</td><td style="width: 20px; text-align: center;">2</td></tr> </table>	-2	-1	0	1	2	Nueva tecnología y experimento
-2	-1	0	1	2			

FIGURA 1. Se muestra la pregunta 0 al 4 realizadas en la encuesta para analizar el aspecto 1. También se puede ver la puntuación correspondiente que el encuestado no pudo ver.

La pregunta 0) pide que se mencionen cuatro aspectos importantes de la Física como actividad científica. Se eligió iniciar con dicha pregunta pretendiendo que el desarrollo posterior del cuestionario no inspire en el encuestado una respuesta inducida por la encuesta misma. Uno de los propósitos fue ver con qué frecuencia aparecía la idea de *experimentación* (se contabilizó la palabra “experimentación” o “experimento” o alusiones directas como “realizar experiencias”)

Las cuatro sub preguntas (1a, 1b,1c y 1d) contenidas en la pregunta 1 están puntuadas de tal forma que de cada una de ellas entrega valores entre -2 (extremo teórico) y 2 (extremo experimental). El resto de las preguntas, 2, 3 y 4 aportan cada una también valoraciones entre -2 y 2 de forma análoga. Sumar los valores correspondientes a las preguntas 1a, 1b, 1c, 1d, 2, 3, y 4 dio un índice que varía entre -14 y 14. Por ejemplo la puntuación cero (0) es interpretado como un estudiante que tiene una posición neutral y un valor de -14 puede interpretarse como un total vuelco hacia la teorización. Este índice, que llamaremos índice 1, se llevará a un polígono de frecuencias como se observa en la

próxima sección y se realizará el análisis estadístico necesario. Se puede observar en la figura 1 que la puntuación cambia de orden de una pregunta dependiendo de la afirmación analizada. Obviamente, en las encuestas realizadas las puntuaciones no figuraban, sino que estaban los espacios en blanco.

5) A continuación, se presentan cuatro afirmaciones respecto a tu paso por la Universidad. Utilizando una escala que va desde "Estoy completamente en acuerdo" (A) hasta "Estoy completamente en desacuerdo" (D), te solicitamos que rellenes el cuadro que consideres en cada sentencia.

5.1 No es importante experimentar para aprender conceptos de una teoría A

-2	-1	0	1	2
----	----	---	---	---

 D

5.2 Un experimento puede ayudar a visualizar los objetos y eventos de una teoría. A

2	1	0	-1	-2
---	---	---	----	----

 D

5.3 Un experimento es ilustrativo, pero no hace a los contenidos sustanciales que hay que aprender para aprobar la materia. A

-2	-1	0	1	2
----	----	---	---	---

 D

6) ¿En qué grado, la Teoría (T) y el Experimento (E) constituyen el conocimiento de las siguientes disciplinas? Rellena el cuadro según el grado de importancia que le asignes.

Física	T	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">-2</td><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">-1</td><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">0</td><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">1</td><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">2</td></tr></table>	-2	-1	0	1	2	E
-2	-1	0	1	2				
Psicología	T	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">-2</td><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">-1</td><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">0</td><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">1</td><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">2</td></tr></table>	-2	-1	0	1	2	E
-2	-1	0	1	2				
Arte	T	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">-2</td><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">-1</td><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">0</td><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">1</td><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">2</td></tr></table>	-2	-1	0	1	2	E
-2	-1	0	1	2				
Biología	T	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">-2</td><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">-1</td><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">0</td><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">1</td><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">2</td></tr></table>	-2	-1	0	1	2	E
-2	-1	0	1	2				
Química	T	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">-2</td><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">-1</td><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">0</td><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">1</td><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">2</td></tr></table>	-2	-1	0	1	2	E
-2	-1	0	1	2				
Ciencias Económicas	T	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">-2</td><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">-1</td><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">0</td><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">1</td><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">2</td></tr></table>	-2	-1	0	1	2	E
-2	-1	0	1	2				

FIGURA 2. Se muestran las preguntas 5 y 6 realizadas en la encuesta para analizar el aspecto 2 y 3 respectivamente. También se puede ver la puntuación correspondiente que el encuestado no pudo ver.

La pregunta 5 (ver figura 2) indaga sobre la opinión que tiene el estudiante respecto a que la experimentación sea parte de su formación. Se realizó una asignación de puntajes similar a las preguntas anteriores. Una suma de 6 sería el máximo indicador de un estudiante que opina favorablemente respecto a la experimentación en su formación y una suma de -6 sería un estudiante que de alguna forma desestima por completo la experimentación. En la pregunta 6 (ver figura 2) se le propone al encuestado opinar sobre el papel de la experimentación y la teorización en 5 ciencias: Física, Química, Biología, Psicología y Economía, y en el Arte. La puntuación de cada disciplina funciona como las anteriores: se determinará del -2 a 2 para cada disciplina, siendo 2 una percepción como disciplina puramente experimental o manual y -2 como disciplina exclusivamente teórica o especulativa. La pregunta 6 tiene dos objetivos: El primer objetivo es indagar sobre el papel que juega la experimentación en el entramado del conocimiento humano para el estudiante. El otro objetivo es comparar la distribución de la Física con las otras disciplinas.

III. RESULTADOS

En la pregunta 0, al pedirle al estudiantado cuatro características de la Física las respuestas fueron de los más variadas, lo que merecerá un análisis posterior. Por lo pronto cruzamos la mención o no-mención de la "experimentación" versus el trayecto en la carrera y así obtuvimos la tabla I. Llamaremos ingresantes al grupo de estudiantes que se encuentran cursando las primeras materias cuyo número es de 35 y no-ingresantes al resto de la población. El número total de encuestados es de 76.

TABLA I. Tabla de contingencia a partir de la pregunta 0 y el avance en la carrera.

	Ingresantes	No-ingresantes
Mención de "experimentación"	20 (55.9%)	9 (22.5%)
Sin mención de "experimentación"	15(44.1%)	32 (77.5%)
	35(100%)	41 (100%)

En la figura 3 se observa un histograma o gráficos de frecuencia del índice 1 (la sumatoria de las preguntas 1 a 4) de toda la población encuestada. Luego en una segunda instancia se volvió a graficar el índice 1 pero separando las

carreras, ver figura 4. Finalmente se dividió a los 76 estudiantes encuestados en tres grandes grupos. Un primero que llamaremos *ingresantes*, como ya se mencionó anteriormente. Un segundo grupo de alumnos de primero y segundo año, es decir que ya cursaron materias iniciales o las están recursando y su número es de 23 estudiantes (los llamaremos *nuevos*). Y el resto de las carreras cuyo número ronda los 18 estudiantes (que llamaremos *veteranos*). Es difícil equiparar el número de estudiantes iniciales con el de los años finales de la carrera, suele existir una deserción y desgranamiento muy grande. Pero sin embargo se trató de balancear los grupos para poder observar una evolución de este perfil a lo largo de las carreras.

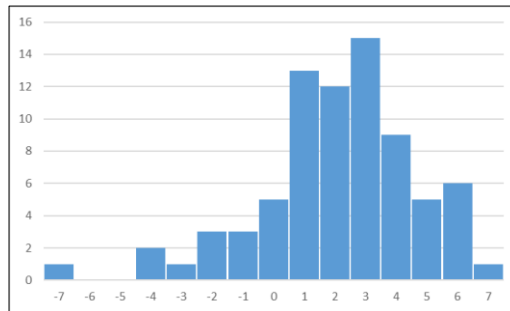


FIGURA 3. Frecuencias de los valores del índice 1 (sumatoria de las preguntas 1a, 1b 1c 1d 2 3 y 4) de todos los estudiantes, n=76. Promedio= 2,1 y valor de la desviación estándar=2,6

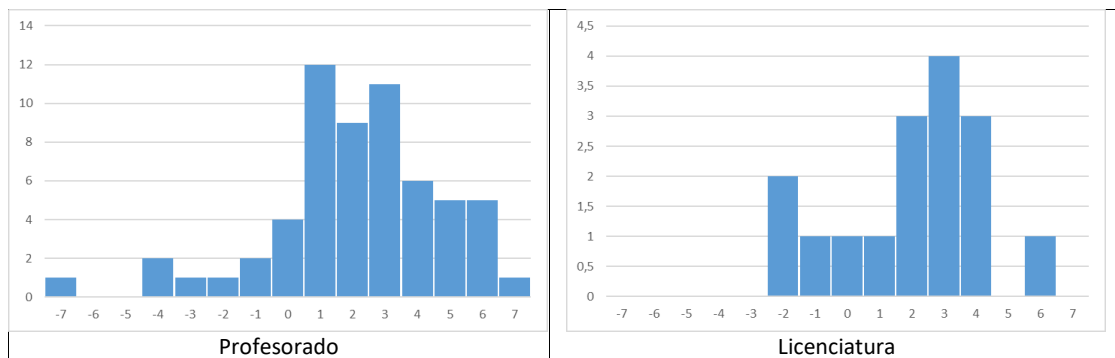


FIGURA 4. Frecuencia del índice 1 (aspecto 1), diferenciando entre estudiantes del profesorado y la licenciatura. Gráfico de la izquierda corresponde al Profesorado con n=16 ; Promedio=2,12; Desviación estándar=2. Gráfico de la derecha corresponde a la Licenciatura con n=60; Promedio=2,0; Desviación estándar=2,3.

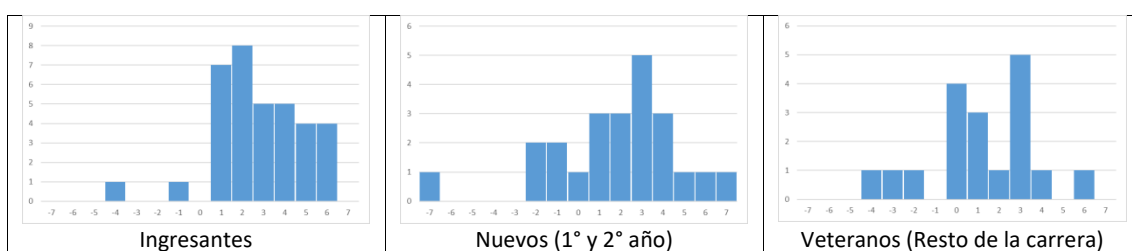


FIGURA 5. Frecuencias del valor del índice 1 (sumatoria de las preguntas 1a, 1b 1c 1d 2 3 y 4) discriminados por avance en la carrera. Gráfico de la izquierda corresponde a los estudiantes ingresantes con n=35; Promedio=2,8; Desviación estándar=2,1. El gráfico del centro corresponde a los estudiantes nuevos (cursando 1° y 2° año) con n=23; Promedio=1,8; Desviación estándar=3,0. El gráfico de la derecha es el de los estudiantes veteranos (resto de la carrera) con n=18; Promedio=1,2; Desviación estándar=2,5.

Las figuras 6 y 7 corresponden al aspecto 2 (*la experimentación en la carrera*) (pregunta 5). En la primera se realizó un histograma de toda la población. En el segundo se procedió a separar los resultados según el avance en la carrera, sin diferenciar entre Licenciatura y profesorado. Vale la pena destacar que los promedios y desviación estándar de cada subpregunta fueron 5.1 : p=0,51 DS=0,54; 5.2: p=1,58 DS=0,79; 5.3: p=-0,49 DS=1,17.

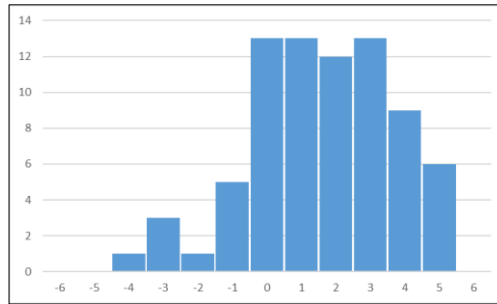


FIGURA 6. Frecuencias de la sumatoria de la pregunta 5. $n=76$, Promedio= 1,61 y desviación estándar=2,1.

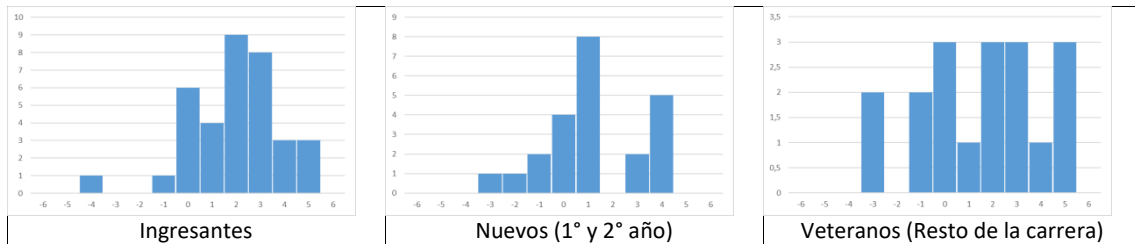


FIGURA 7. Frecuencias de la sumatoria de las preguntas 5 separados por avance en la carrera. Gráfico de la izquierda corresponde a los estudiantes ingresantes con $n=35$; Promedio=1,94; Desviación estándar=1,9. El gráfico del centro corresponde a los estudiantes nuevos (cursando 1° y 2° año) con $n=23$; Promedio=1,17; Desviación estándar=2,0. El gráfico de la derecha es el de los estudiantes veteranos (resto de las carreras) con $n=18$; Promedio=1,5; Desviación estándar=2,5.

Por último, se trabajó en presentar los resultados de la pregunta 6, la cual da respuesta al aspecto 3. En este caso simplemente se puede ver las frecuencias de respuesta de cada disciplina, sin separar por carrera o por avance.

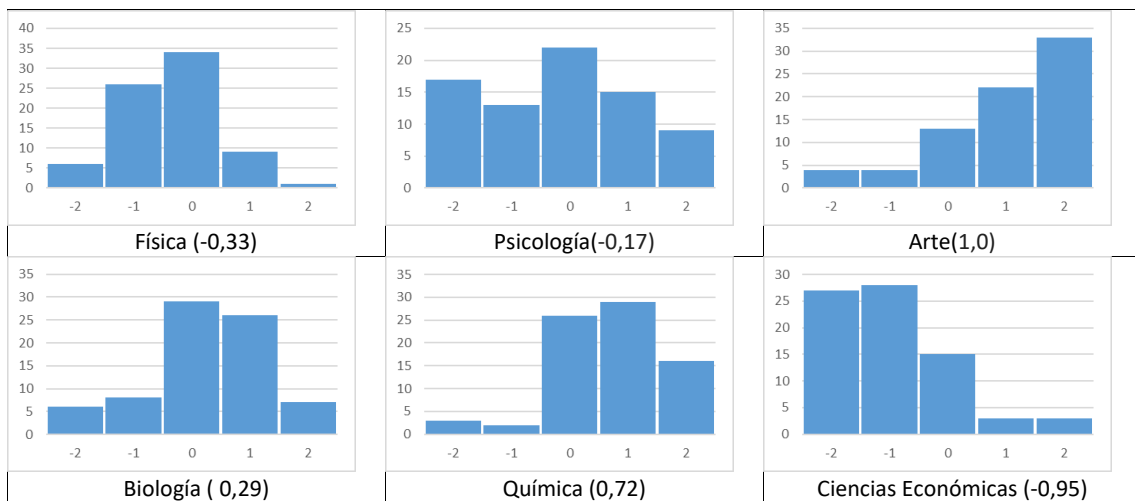


FIGURA 8. Frecuencia a la pregunta 6. Se separó cada una de las disciplinas y en cada gráfico se incluye la respuesta de todos los estudiantes. Entre paréntesis se encuentra el valor del promedio.

V. ANÁLISIS DE LA ENCUESTA

Respecto al análisis del aspecto 1. Haciendo un análisis de la pregunta 0, en la tabla I encontramos dos grupos que se comportan absolutamente distintos: El 56% de los ingresantes (que son estudiantes cursando su primer cuatrimestre en la carrera) mencionaron la experimentación. Creemos en parte fue una respuesta semiinducida por clases anteriores donde el docente había mencionado el tema de los pilares de la Física. En cambio, el 77.5% del resto de los estudiantes no la mencionó. Creemos que esto es un buen reflejo de la subjetividad de los estudiantes sobre cuánto es que la experimentación ocupa su mente: apenas un 22.5%.

El histograma general de la figura 3 muestra que toda la población presenta una tendencia marcada a favorecer la experimentación sobre la teorización (promedio=2,1). El valor de la desviación estándar ($DS=2,6$) muestra

que una gran parte de la población continúa permaneciendo dentro de valores positivos. Cuando separamos los resultados en estudiantes según la carrera elegida (Ver figura 4) encontramos una ínfima diferencia entre sus valores promedios (2,12 y 2). Esto nos sugiere que no existe mucha diferencia entre los estudiantes de ambas carreras en cuanto a su carácter teórico-experimental. Aunque debemos tener en cuenta que tenemos muchos ingresantes de ambas carreras los cuales no presentan diferencias en cuanto a las distintas materias que cursan unos y otros y así no están tan diferenciados como sí lo están estudiantes más avanzados.

La figura 5 nos muestra la frecuencia del carácter teórico-experimental a medida que los estudiantes se adentran en la carrera. A este respecto, notamos que las medias marcan una tendencia hacia un carácter menos experimental en la medida que los estudiantes son más avanzados. Se puede ver que hay una “centralidad” de 2,8 para *ingresantes*, 1,8 para *nuevos* y 1,2 para *veteranos*. Estadísticamente las diferencias no resultan tan significativas: haciendo un test de Wilcoxon (no se usó t-student pues no se verifica normalidad) para comparar las medias solo encontramos como significativa la comparación entre las medias de los ingresantes con los veteranos con un p-valor=0,0233, lo que asegura buena significancia.

Respecto al análisis del aspecto 2. En la figura 6 se puede ver un histograma general. En este caso vemos que la valoración dentro del proceso de aprendizaje es a favor de la experimentación. Sin embargo, cuando vemos si existe algún tipo de evolución a lo largo de la carrera (Ver figura 7), aquí vemos las diferencias de la media del grupo de *veteranos* no es estadísticamente significativa, pero si lo es la diferencia entre las medias de *ingresantes* y los estudiantes *nuevos*. Nuevamente usando Wilcoxon, el p-valor=0.1281 al medir la diferencia entre ambas medias. Esto nos induce a la hipótesis de que los estudiantes ingresan con expectativas que en su carrera habrá más experimentación o que esta sea más valorada de la que luego comprueban que sucede en los dos primeros años de cursar. El muy leve repunte hacia lo experimental en los *veteranos* puede surgir a partir del acercamiento de las asignaturas Física Experimental 1 y 2 y para los estudiantes de profesorado el encuentro con Experimentos en sus clases orientadas a sus prácticas como educadores.

Análisis del aspecto 3. En la figura 8 tenemos los resultados de la pregunta 6. Por un lado, sirvió de test para saber qué entienden los estudiantes ante el binomio de teoría-experimentación. Como los autores esperábamos, Biología y Química tienen una clara tendencia hacia la experimentación, ya que tradicionalmente se relacionan con trabajo de laboratorio. Tomando eso como patrón es interesante ver como la Física “se corre” hacia el lado de la teoría. Apoyando esto tenemos que los promedios son, para Física -0.333, para Biología 0.293 y para Química: 0.720. Se detectó significancia muy superior al 0.95 usando el Test de Welch de diferencia entre promedios, entre Física y Biología, Física y Química y Física y Cs. Económicas. Este corrimiento de la Física hacia “la teoría”, que no es notorio en las otras preguntas analizadas, se desnuda cuando se compara con otras disciplinas: aquí podemos sospechar que el imaginario del estudiante asocia a la Física más con la teoría que con la experimentación.

Entre Física y Psicológica realizamos el test de Kruskal-Wallis que toma como hipótesis nula que los datos son tomados de poblaciones iguales. La probabilidad de los valores obtenidos bajo esa hipótesis es de apenas 37,3%. (p-value = 0.3726)). Esto lo interpretamos como que: a la hora de indagar en la dimensión teórico-experimental la Física queda ubicada más cerca de una ciencia tan diferente como es la Psicología que de la Biología o la Química que tan emparentadas están en lo epistemológico. Esto nuevamente sugiere un sesgo llamativo “hacia la teoría”.

Si comparamos el sesgo “hacia la experimentación” que descubrimos en el aspecto 1 versus el sesgo “hacia la teoría” en el aspecto 3, podemos creer estar ante una incongruencia. Sin embargo, lo podemos explicar fácilmente, ya que el índice 1 fue elaborado con preguntas que apelan a la racionalidad del encuestado, de una forma muy analítica desglosando el concepto en preguntas muy puntuales. Es muy comprensible que bajo esas condiciones de análisis aparezca una tendencia hacia la neutralidad, diferente de cuando la Física empieza a “medirse” con otras disciplinas.

VI. CONCLUSIÓN

En un primer análisis global notamos que la polarización hacia los extremos es moderada y no hay diferencia apreciable en cuanto al Profesorado y la Licenciatura. También notamos que al comparar estudiantes ingresantes con estudiantes veteranos, los ingresantes se vuelcan levemente hacia la experimentación. Al separar las preguntas 0 y 6, que de alguna forma fueron preguntas que apelan directamente a la subjetividad encontramos una tenencia a relegar la experimentación dentro de la Física. Cuando este análisis se realizó de forma analítica (preguntas de 1 a 4), apelando a una respuesta racional sobre cada una de las sentencias preguntadas entendemos que se tendió a una neutralidad. En términos generales podemos arriesgarnos a decir que el imaginario estudiantil ubica a la Física más alejada de la experimentación que lo que se consigue a través de una construcción colectiva de las subjetividades a través de un método que intenta ser racional. En cuanto al análisis del papel que juega la experimentación dentro de carrera descubrimos una tendencia a valorar la experimentación mayor en los ingresantes que en los estudiantes que promedian la carrera.

REFERENCIAS

- Adúriz-Bravo, A. (2005). ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias? Una cuestión actual de la investigación didáctica. *Tecné, Episteme y Didaxis*, (extra), 23-33.
- Adúriz-Bravo, A. (2008). La naturaleza de la ciencia. En Merino Rubilar, C., Gómez Galindo, A. y Adúriz-Bravo, A. *Área y estrategias de Investigación en la Didáctica de las Ciencias Experimentales* (68-77). Barcelona, España: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Allchin, D. (2011). Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. *Science Education*, 95(3), 518-542.
- Chen, S. (2006). Views on science and education (VOSE) questionnaire. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 7(2), 1-19.
- Driver, R., Newton, P. & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312.
- Duschl, R. (1997). Renovar la enseñanza de las ciencias. La importancia de las teorías y su desarrollo. Madrid: Narcea.
- Ferreiros, J. y Ordóñez, J. (2002). Hacia una filosofía de la experimentación. *Revista hispanoamericana de filosofía*, 34(102), 47-86.
- Hacking, I. (1996). *Representar e intervenir*. México, D.F., México: Paidós.
- Iglesias, M. (2004). El giro hacia la práctica en filosofía de la ciencia: una nueva perspectiva de la actividad experimental. *Opción*, 20(44), 98-119.
- Kuhn, T. S. (1961). La función de la medición en la física moderna. *La tensión esencial* (202-247). México, D.F., México: Fondo de Cultura Económica.
- Kuhun, D. (1993). Science as argument: Implications for teaching and learning Scientific thinking. *Science Education*, 77(3), 319-337.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L. & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of research in science teaching*, 39(6), 497-521.
- Shi, W. Z., Ma, L. & Wang, J. (2020). Effects of Inquiry-Based Teaching on Chinese University Students' Epistemologies about Experimental Physics and Learning Performance. *Journal of Baltic Science Education*, 19(2), 289-297.
- Zwickl, B. M., Finkelstein, N. & Lewandowski, H. J. (2013). Development and validation of the Colorado learning attitudes about science survey for experimental physics. *AIP Conference Proceedings*, 1513(1), 442-445.