

Evolución de las visiones de ciencia en estudiantes que cursan el primer año de ingeniería y ciencias naturales

Evolution students' visions of science during the first year of Engineering and Science careers

REVISTA
DE
ENSEÑANZA
DE LA
FÍSICA

Vicente C. Capuano¹, Javier F. Martín¹, Edgardo A. Gutiérrez¹, Juan C. Bigliani¹ y María A. González¹

¹Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Av. Vélez Sarsfield 1611, Ciudad Universitaria, CP 5000, Córdoba. Argentina.

E-mail: vicente.capuano@unc.edu.ar

Resumen

En este trabajo, indagamos sobre la presencia de visiones de ciencia en los jóvenes que ingresan a la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (FCEfyN), de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC), y sobre su evolución luego que cursan el primer año. Se utilizó un cuestionario que se aplicó con la técnica del pretest (alumnos ingresantes) y del posttest (alumnos con el primer año cursado) sobre aspectos operativos del trabajo científico, ya validado en otros trabajos. Luego se vincularon sus opciones con las visiones deformadas de ciencia (VDC) propuestas por Fernández y otros (2002). Los resultados muestran una destacada presencia del empirismo inductivo en sus aspectos procedimentales (método). En relación con la evolución de las VDC luego del primer año de estudios, se advierte un significativo crecimiento del empirismo inductivo en sus aspectos conceptuales; el resto de las visiones, es transparente a la instrucción. Como metodología de investigación se utilizó un enfoque cuantitativo (resultados del cuestionario) y una instancia interpretativa al vincular el cuestionario con las VDC.

Palabras clave: Visiones de ciencia; Estudiantes de ingeniería y ciencias naturales.

Abstract

In this work, we investigate the presence of visions of science in the young people who enter the Faculty of Exact, Physical and Natural Sciences (FCEfyN), of the Universidad Nacional de Córdoba (UNC), and their evolution after they attend the first year. A questionnaire was used with the pretest technique (ingresant students) and the posttest (students with the first year studied) on the operational aspects of scientific work, already validated in other works. They then linked their options with the Deformed Visions of Science (VDC) proposed by Fernández et al. (2002). The results show an outstanding presence of inductive empiricism in its procedural aspects (method). In relation to the evolution of the VDC after the first year of studies, there is a significant growth of inductive empiricism in its conceptual aspects; the rest of the visions is transparent to the instruction. As a research methodology, a quantitative approach (questionnaire results) and an interpretative instance were used to link the questionnaire with the VDC.

Keywords: Visions of Science; Students of engineering and natural sciences.

I. INTRODUCCIÓN

El ingreso masivo de estudiantes al sistema educativo en general, que se inicia más o menos en la década del cincuenta del siglo pasado, provoca una clara preocupación de toda la comunidad educativa, acompañada por decisiones políticas en algunos casos, por producir mejoras fundamentalmente en la metodología y naturalmente en otras dimensiones asociadas a la práctica docente. El subsistema de educación científica también experimentó esta problemática y a su manera respondió con acciones orientadas a contemplarla (Castorina, 2007; Pigna, 2013). Sin embargo, a pesar de los esfuerzos orientados a producir mejoras en la enseñanza de las ciencias, los resultados que se lograron hasta la fecha, no son del todo buenos. Si pensamos que los conocimientos relacionados con la ciencia debieran pasar a formar parte de la cultura del hombre, dicho objetivo no se ha logrado (Driver, 1986; Maiztegui, 1991; Tricárico, 1985) y tanto en

los niveles medio y terciario como en la universidad, es importante el porcentaje de jóvenes que fracasan en ciencias.

Nuevas “Teorías en Educación” se instalaron en los procesos de enseñanza y de aprendizaje. En particular y desde el punto de vista de la psicología educativa de Ausubel en su “Teoría del Aprendizaje Significativo”, se señala que la tarea del docente podría reducirse al siguiente principio: “averiguar lo que el alumno sabe y enseñar en consecuencia” (Ausubel y otros, 1996). Justamente el “averiguar lo que el alumno ya sabe” introduce en el ámbito de la educación científica, la problemática de las ideas previas (Campanario y Otero, 2000; García y Rodríguez, 1988). Ideas previas no sólo vinculadas con los contenidos disciplinares, sino también, vinculadas con concepciones epistemológicas de las ciencias, es decir, con el “modo de trabajo de las comunidades científicas” y, con los alcances y el valor de sus resultados (Figura 1).

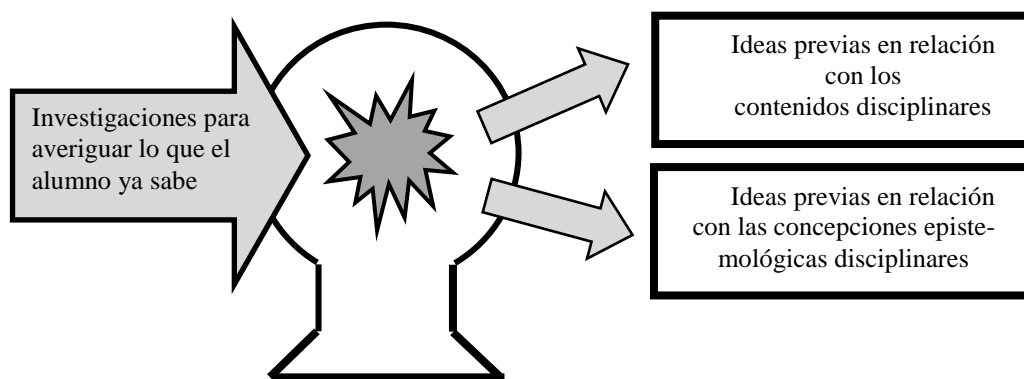


FIGURA 1. Ideas en la estructura cognitiva

Al llegar al aula y en relación con los contenidos disciplinares, los estudiantes poseen concepciones que por lo general no coinciden con aquellas científicamente aceptadas. Éstas se caracterizan por ser altamente resistentes al cambio, son comunes en alumnos de países y sistemas educativos distintos, tienen carácter inconexo, y a veces contradictorio (un mismo fenómeno se puede explicar desde varios puntos de vista, inconsistentes entre sí), y algunas de ellas guardan cierta relación con las mantenidas por la comunidad científica a lo largo de la historia (Driver, 1986; Campanario y Otero, 2000; Prodanoff y otros, 2010; Segura, 1991).

También existen trabajos orientados a conocer el pensamiento de profesores y estudiantes sobre la naturaleza de la ciencia, el modo de trabajar del hombre de ciencia y el valor de los resultados que alcanza (Gil, 1991; Martínez Aznar y otros, 2001; Martínez Aznar y otros, 2002; Porlán, 1998; Thomaz y otros, 1996). Se ha reconocido que las visiones de ciencias de los estudiantes, en general deformadas, se pueden ver afectadas por la de los docentes que la enseñan, por la naturaleza misma de los cuerpos de conocimientos y por la influencia del medio.

Novak y Gowin (1988), advierten que en todos los niveles del sistema educativo, el aprovechamiento de la práctica experimental no se compadece con los enormes esfuerzos que se llevan a cabo para trabajar en el laboratorio, y señala que los estudiantes cuando operan en el laboratorio, están completamente ocupados en registrar observaciones de acontecimientos u objetos, en transformar esos registros en representaciones gráficas, tablas o diagramas, y en obtener conclusiones o afirmaciones sobre conocimientos, muchas veces sin saber por qué. Señala asimismo, que ese perfil de la práctica, puede ser uno de los factores de generación de las imágenes deformadas de ciencia que tienen los alumnos (Fernández y otros, 2002; Flores, 2007a; Flores, 2007b; Flores y otros, 2009).

Para resolver esta situación, Gowin en Novak y Gowin (1988) propone el uso de una herramienta “la V heurística”, para que los jóvenes al utilizarla, vean el proceso de investigación científica como una actividad de conexión entre acontecimientos, hechos y conceptos. Esta mirada, de alguna manera, los conectará con el modo de trabajar del hombre de ciencia. Tanto el “pensar” (campo conceptual) como el “hacer” (campo procedimental) están coloreados por la visión de ciencia de los jóvenes (Chalmers, 2002; Doña y Salinas, 2008; Klymovsky, 1994). En ello radica la importancia de conocer la imagen de ciencia de los jóvenes (Acevedo-Díaz y otros, 2007a; Acevedo-Díaz y otros, 2007b; Acevedo-Díaz, 2008).

Vázquez y Manassero (1995) expresan que en general los resultados de las investigaciones en este campo, no han sido buenas. Se han extraído pocas conclusiones, en general los resultados son contradictorios y destacan defectos metodológicos en algunas de las investigaciones. Por otro lado y en nuestro país, las estrategias propuestas para resolver el problema, no la han resuelto (Capuano y otros, 2016). Vázquez y Manassero (1995) investigan las actitudes que se derivan de las ideas que tienen los alumnos

en relación con la ciencia, y concluyen que el constructo es de naturaleza multidimensional, sociológica y epistemológica y en consecuencia las actitudes son variadas. En un intento de clasificar desde varias miradas estas actitudes y luego de indagar sobre cómo se generan, señalan:

1. Para muchos adolescentes, el único contacto que tienen con la ciencia, es el que desarrollan en la escuela media. Descartan al medio y a la ciencia misma, como generadores de ideas.
2. Cuando los jóvenes son puestos a opinar respecto de la ciencia, surgen espontáneamente ideas vinculadas con aspectos sociológicos de la ciencia: intentan vincularla con la sociedad, con la industria civil y militar, con las consecuencias positivas y negativas de las aplicaciones científicas, con temas de actualidad y de marcada incidencia social.
3. También los alumnos expresan ideas relacionadas con las características de los científicos, sus motivaciones, su honradez, su ideología, con la construcción colectiva del conocimiento, con el modo como se toman las decisiones, con la competencia entre científicos, con la comunicación profesional, con el consenso y el desacuerdo entre los científicos, etc.
4. Finalmente, y en un grupo muy pequeño, podríamos mencionar aquellas actitudes que provienen de ideas relacionadas con la naturaleza de la ciencia.

El modo como describe Gowin, (en Novak y Gowin, 1988) la manera de llevar a cabo la práctica experimental en las instituciones educativas mencionado en párrafos anteriores, está de alguna manera restando espontaneidad al fenómeno de aparición de “visiones deformadas de ciencias” (VDC), y responsabilizando a la instrucción de ese estado de situación.

En este trabajo, proponemos indagar (pretest) sobre las visiones de ciencia de los jóvenes que ingresan a la FCEfyN, de la UNC y ver en qué medida se percibe su presencia, según lo que señala el colectivo de investigaciones sobre el tema. Por otro lado se indagará nuevamente a los alumnos luego que hayan cursado el primer año (postest) de alguna de las carreras de la casa de estudio mencionada, para medir el modo como la instrucción durante el primer año, opera sobre sus VDC.

En un intento por demostrar que las concepciones de los estudiantes, e incluso de los mismos profesores, acerca de la naturaleza de la ciencia no difieren de las visiones ingenuas adquiridas por impregnación social, Fernández y otros (2002) categorizan estas concepciones, en siete visiones de ciencia: A, B, C, D, E, F y G (pueden citarse en mayúscula o en minúscula). Tomaremos estas siete categorías para clasificar las VDC de nuestros alumnos.

Para la investigación se utilizó un cuestionario aplicado con la técnica del pretest y del postest, validado en el marco de un proyecto más amplio. Este cuestionario se diseñó para relevar información de la presencia de aspectos operativos del trabajo científico, por lo que luego, resultó necesario vincular la información relevada con las siete categorías epistemológicas. En próximos apartados describiremos las siete categorías y el modo como se vincularon las opciones de las preguntas del cuestionario, con las categorías.

Como metodología de investigación se utilizará un enfoque cuantitativo, que tomará como columna vertebral los resultados del cuestionario luego vinculados con las visiones deformadas de ciencia. El vínculo entre las opciones del cuestionario y las siete VDC, se llevó a cabo en una instancia interpretativa, dando lugar a un momento de la investigación caracterizada por una metodología cualitativa.

Orientan nuestra investigación, el encontrar respuestas a las siguientes preguntas:

- Las “visiones de ciencia” de los jóvenes que ingresan a los estudios universitarios, en particular a la FCEfyN, ¿exhiben las VDC que señala el colectivo de investigaciones sobre el tema?
- Las visiones de ciencia relevadas cuando los alumnos ingresan a la FCEfyN, ¿se modifican luego de transcurrido un año de cursado?

II. CARACTERÍSTICA DE LA MUESTRA Y ENTORNO

La Universidad Nacional de Córdoba (UNC) es la más antigua del país y una de las primeras del continente americano. La gratuidad del proceso educativo en el ingreso y en las carreras de grado está garantizada en el Estatuto, el que concibe la educación superior como un bien público, uno de los bastiones que la Casa de Trejo ha defendido en el plano internacional. Actualmente, tiene una población de aproximadamente 120 mil estudiantes. Cuenta con quince facultades, una de las cuales es la FCEfyN. Ésta se crea el 14 de octubre de 1876 y comienza sus actividades con solo tres escuelas y cinco profesores. Actualmente, y luego de una vastísima trayectoria, posee 11 Escuelas, 24 Departamentos, 9 Centros, 5 Institutos, 21 Laboratorios y el Reactor Nuclear RA-0 y 5 museos.

La FCEfyN, es una institución que en la actualidad ofrece a la comunidad el dictado de las siguientes carreras de grado: Agrimensura, Ciencias Biológicas, Profesorado en Ciencias Biológicas, Ciencias Ge-

ológicas, Ingeniería Aeronáutica, Ingeniería Ambiental, Ingeniería Biomédica, Ingeniería Civil, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Computación, Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Mecánica Electricista, Ingeniería Química, Técnico Constructor y Técnico Mecánico Electricista. También, tiene una variada oferta académica en lo referido a doctorados, maestrías y especializaciones.

Las carreras de grado de la Facultad, son asistidas por el Dpto. de Física por medio de 13 cátedras. Éste, se constituye en un órgano de consulta de las autoridades de la casa de estudios, está gobernado por un Director, un Subdirector y el Consejo Departamental, en el que participan profesores titulares y representantes de cada una de las cátedras mencionadas. Asimismo, este organismo, presenta una estructura y un reglamento que ordena su funcionamiento, conforme a lo establecido en el capítulo IV, del anexo I de la Ordenanza N° 01-HCD-1999 y su posterior texto ordenado. Las actividades que se llevan a cabo en el Dpto. de Física, se distribuyen en diversas áreas; a saber: Archivos Digitales, Biblioteca y Hemeroteca; Computación; Laboratorio de Enseñanza de la Física; Laboratorio de Bajas Temperaturas y Energía Solar; Formación Docente y Acreditación; Área Económica; Investigación, Desarrollo y Postgrado; y Cátedras.

Si bien el contexto general en el cual se desarrollan las actividades académicas de las asignaturas dadas en el Departamento de Física (profesores, aulas, laboratorios, equipamiento didáctico, etc.), es el mismo, es necesario destacar que existen marcadas diferencias entre las asignaturas de Física para las carreras Ingeniería y las de las asignaturas de Física para las carreras de Ciencias Biológicas y Geología. Estas diferencias están vinculadas con la cantidad de alumnos que cursan anualmente cada una de estas asignaturas: por ejemplo alrededor de 100 estudiantes para las asignaturas de Ciencias Biológicas, algo menos para Geología, y alrededor de 1500 estudiantes en las asignaturas de todas las Ingenierías.

También la relación docente-alumno exhibe diferencias, y en el caso de las ingenierías es muy desfavorable: las comisiones para desarrollar actividades prácticas de resolución de problemas y experimentales, se constituyen con alrededor de 80 alumnos atendidos por un docente. Debe sumarse a lo que se intenta describir como no favorable, que las aulas son para un máximo de 50 alumnos y que el equipamiento para la realización de experimentos, no permite más que el montaje de 6 equipos, con lo cual excede la decena el número de alumnos por grupo.

Lo señalado en el párrafo anterior, dificulta realizar Trabajos Prácticos de Laboratorio en condiciones próximas a las formas en que se realizan las actividades experimentales en los laboratorios de investigación científica. Por ejemplo los Trabajos Prácticos de Laboratorio en estas signaturas suelen ser un listado secuencial de actividades, más parecidos a una receta de cocina que hay que seguir paso a paso en forma acrítica, que a un problema a resolver a partir de un razonamiento hipotético deductivo. Esta situación, en general, aleja a los estudiantes de Física de las carreras de ingeniería de la forma de trabajar que tienen los investigadores científicos cuando se enfrentan a los nuevos desafíos que le propone su ciencia.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El cuestionario se elaboró sobre la base de las actitudes relevadas por medio de un instrumento validado por Vázquez y Manassero (1995). Se constituyó con 10 preguntas y opciones de respuesta para cada una de ellas (entre cuatro y seis) dentro de las cuales se encontraba la opción "No Sé". Sólo podían seleccionar una en cada una de las preguntas. Las preguntas del cuestionario, simplificadas en su redacción, fueron:

1. ¿Los científicos trabajan en equipo, en soledad, sólo con algunos científicos?
2. ¿Los científicos realizan investigaciones a solicitud del sector político, del sector militar, por gusto, para ganar dinero?
3. ¿Los científicos utilizan un método estricto para llevar adelante sus prácticas experimentales, no tan estricto, no utilizan método alguno?
4. ¿Los científicos realizan mediciones y tienen que repetir la medida? ¿La repiten y obtienen el mismo resultado, otro resultado; otro científico mide después de muchos años y obtiene lo mismo?
5. ¿Cuándo un científico publica un resultado es porque ya no tiene dudas; puede tener algunas dudas e igual publica; publica por la necesidad de publicar?
6. ¿Los científicos investigan sabiendo de antemano el resultado, acomodan los datos para lograr lo que quieren, sospechan del resultado, no imaginan cuál puede ser el resultado?
7. ¿Un resultado es aceptado rápidamente por toda la comunidad científica, la comunidad tarda en aceptarlo, no lo acepta nunca?
8. ¿Los buenos resultados obtenidos dependen de la precisión con la cual apliquen un método, de la suerte, de algún accidente inesperado?
9. ¿La observación es objetiva, todos los científicos en lo mismo, cada uno ve lo que le interesa ver, cada científico ve de acuerdo a sus conocimientos y su experiencias?

10. ¿La ciencia produce resultados que resuelven los problemas de la sociedad, que no los resuelve, que los crea?

Como se percibe en el apartado anterior, el cuestionario se elaboró con preguntas que hacen al carácter operativo del modo de trabajar del hombre de ciencia. Para trasladar los resultados de su aplicación al ámbito de distintas categorías epistemológicas de las concepciones de ciencias, fue necesario tener referencia de las mismas e intentar correlacionar las preguntas y opciones del cuestionario, con cada una de las visiones de ciencia, categorizadas.

Como categorías de visiones de ciencia, se tomaron las que se enuncian a continuación, propuestas por Fernández y otros (2002):

- a. Concepción empiroinductivista,
- b. Concepción rígida de la actividad científica (algorítmica, exacta e infalible),
- c. Concepción aproblemática y ahistórica,
- d. Concepción exclusivamente analítica,
- e. Concepción meramente acumulativa del desarrollo científico,
- f. Concepción individualista y elitista de la ciencia, y
- g. Visión descontextualizada, socialmente neutra de la actividad científica.

En razón de que el trabajo propone relevar concepciones de ciencias, es necesario establecer una correspondencia entre los resultados del cuestionario y las categorías de visiones de ciencias. Esto se llevó a cabo determinando para cada pregunta y cada opción, la (o las) visiones de ciencias vinculadas y si la opción favorecía o no, la presencia de la visión de ciencia. En la figura 2, damos como ejemplo la pregunta 9 del cuestionario, enunciada de la siguiente manera:

9. Una de las principales actividades de un científico, es la observación, para luego desarrollar hipótesis de acuerdo al resultado de las mismas. Piensas que en la observación de un fenómeno:

a+ ¿Todos los científicos ven lo mismo?

a-d+ ¿Cada científico ve lo que le interesa ver?

a- c- ¿Cada científico ve de acuerdo a su formación, sus conocimientos y sus experiencias anteriores?

 No sé.

FIGURA 2. Ejemplo de pregunta del cuestionario utilizado (pregunta 9).

Los cuadrados de la izquierda en cada una de las opciones se utilizaron para que los alumnos indicaran la opción elegida, y las letras, ausentes cuando se aplicó el cuestionario, las agregamos ahora para analizar la correspondencia cuestionario visión de ciencia. Si elige la primer opción, indica tener la visión “a”, por eso el signo “+”; si elige la segunda opción, indica tener una visión contraria a la “a”, por eso el “a-“ y una visión favorable a la “d”, por eso el “d+”; y si elige la tercer opción, indica no tener la visión “a” y no tener la visión “c”. Una letra con el signo “+” y el “-”, por ejemplo “a+” indica que no se define respecto de la visión vinculada. Como los alumnos sólo pudieron elegir una de las opciones, en la tabla I las letras con determinado signo, no se repiten en cada pregunta y se ha sombreado el renglón correspondiente a la pregunta 9 del ejemplo.

TABLA I. Muestra las categorías de ciencia involucradas en las distintas preguntas y si pueden resultar reforzadas o negadas en función de las respuestas elegidas.

Pregunta	Categorías involucradas	Pregunta	Categorías involucradas
1	f- ; f+ ; f+-	6	a- ; a+ ; d- ; d+
2	c- ; g- ; c+ ; g+ : f+	7	e+ ; e+- ; e- ; a+
3	b+ ; b+- ; b-	8	a+ ; a- ; b+ ; b-
4	b- ; b+ ; a+	9	a+ ; a- ; d+ ; c-
5	b+ ; b+- ; b- ; g- ; d+	10	g- ; g+ ; c- ; c+

Este análisis se llevó a cabo con las 10 preguntas y los resultados se muestran en la tabla I. La categoría “a” puede recoger analizando toda la tabla, a favor de la visión, un máximo de “5a+” y contraria a la visión un máximo de “3a-”. Lo mismo puede hacerse con el resto de las categorías. Para la categoría “b”, los extremos se ubican en “4b+” y “4b-“. Esto ocasiona valores extremos distintos en el grado de aceptación o rechazo de las categorías de ciencias, que provoca la necesidad de normalizar, para que los rangos de aceptación se ubiquen entre “1” y “-1”.

Los valores normalizados de las visiones de ciencia pueden estar entre “1” y “-1” y cuanto mayor sea el valor mayor será la aceptación hacia la visión de ciencia. Valores negativos significan no aceptación de la visión de ciencia y el máximo rechazo es “-1”. Esto ocurre con cada alumno y en cada una de las visiones de ciencia. Estos valores entre “1” y “-1”, se agruparán en cuatro categorías que darán lugar a cuatro grupos de alumnos:

- un primer grupo que se integrará por aquellos alumnos que obtuvieron un puntaje superior o igual a 0,50 (fuerte acuerdo con la que establece la visión);
- un segundo grupo de alumnos que integrará a aquellos que obtuvieron un puntaje mayor o igual que cero y menor que 0,5 (leve acuerdo con la visión);
- un tercer grupo de alumnos integrado por aquellos que obtuvieron un puntaje menor que cero y mayor o igual que -0,5 (leve desacuerdo con la visión);
- y finalmente un cuarto grupo formado por aquellos que no acuerdan fuertemente con la visión, que obtuvieron un puntaje menor que -0,5 y mayor o igual que -1 (fuerte desacuerdo con la que establece la visión).

NOTA: vale la pena aclarar que estos acuerdos y desacuerdos, cada alumno lo expresa a través de las opciones de las preguntas del cuestionario, para cada una de las visiones de ciencia.

IV. RESULTADOS

El cuestionario se aplicó de manera totalmente voluntaria, a los alumnos que ingresaban a la facultad (febrero de 2016, 392 alumnos), lo que se constituyó en el pretest. Luego se volvió a aplicar el cuestionario hacia el final del año (noviembre de 2016, 231 alumnos), a alumnos con casi todas las materias de primer año cursadas, lo que se constituyó en el postest. Decimos casi, porque el cuestionario se aplicó en los cursos de Física y sólo estamos seguros de que habrían finalizado de cursar la Física de primer año. Por otro lado, sólo un grupo de 58 de los 231 alumnos, había realizado el pretest al iniciar el año. El resto, por algún motivo (puede que se trate de alumnos recursantes) no había realizado el pretest.

En los gráficos que muestran las figuras 3 a 5, se observa una marcada coincidencia en los acuerdos y desacuerdos en cada una de las visiones; por ejemplo: la visión “F” muestra en el grupo de mayor desacuerdo los valores 92%, 91% y 95%. Dentro de esta tendencia del no cambio, es preocupante que luego de un año de formación, los alumnos sean más empiristas inductivos que al ingresar a la facultad: grupo entre 0,5 y 0 para las versiones (VDC “A” y “B”), es decir las dos columnas de la izquierda del grupo. Si nos ubicamos en la figura 4, las dos columnas de la izquierda del grupo “entre 0,5 y 0”, son significativamente mayores que las dos columnas de la izquierda, del grupo “entre 0,5 y 0”, de la figura 3. También la VDC “E” en el grupo “entre 1 y 0,5”, experimenta un fuerte incremento (pasa del 29% en el pretest, al 80% en el postest) en la figura 4, respecto de la figura 3; son alumnos que salen del grupo “entre 0,5 y 0” (57%) e ingresan al grupo “entre 1 y 0,5” (8%). En el resto no hay diferencias marcadas. En los gráficos se han incluido porcentajes, aún cuando se pierda algo de claridad en la representación.

V. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Agrupando los valores de las dos zonas de la derecha y de las dos zonas de la izquierda de las figuras 3 a 5, en cada una de las categorías de las VDC que van de la “A” a la “G”, se pueden realizar nuevas representaciones gráficas, figuras 6 a 8. Si bien el agrupar resultados, por un lado, quita fortaleza a los vínculos entre opiniones de los alumnos vertidas en el cuestionario con acuerdos y desacuerdos en relación con las VDC que hemos tomado como referencia para el análisis; por otro, esclarece las vinculaciones. En las figuras 3 a 5, hemos representado cada una de las VDC (A, B, C, D, E, F y G), de tal modo en dos columnas se representan los acuerdos y desacuerdos. Por ejemplo, con la Visión “A” acuerdan un 26% de los alumnos y desacuerdan un 74% de los alumnos.

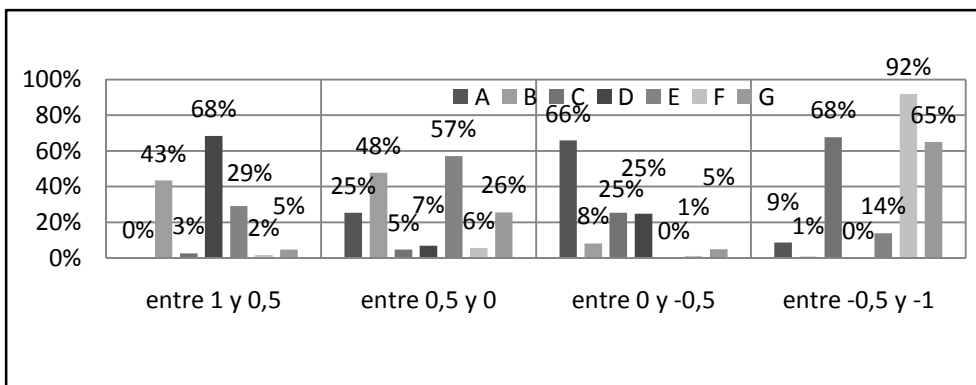


FIGURA 3. VDC en alumnos ingresantes, pretest: 392 alumnos.

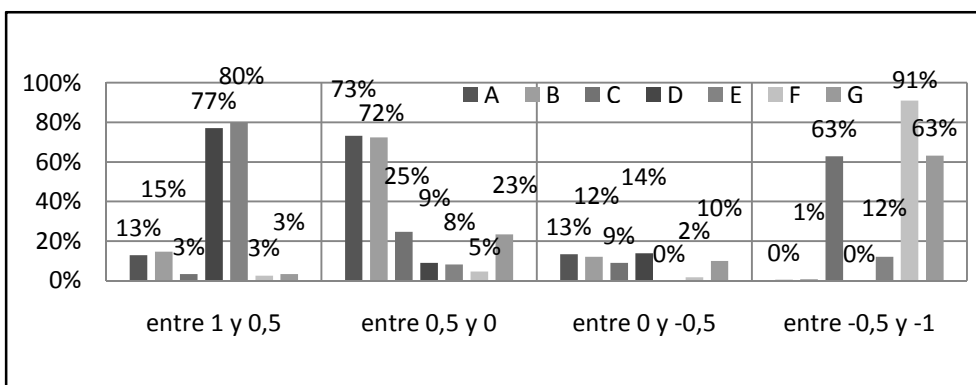


FIGURA 4. VDC en alumnos luego de un año de cursado, postest "a": 231 alumnos.

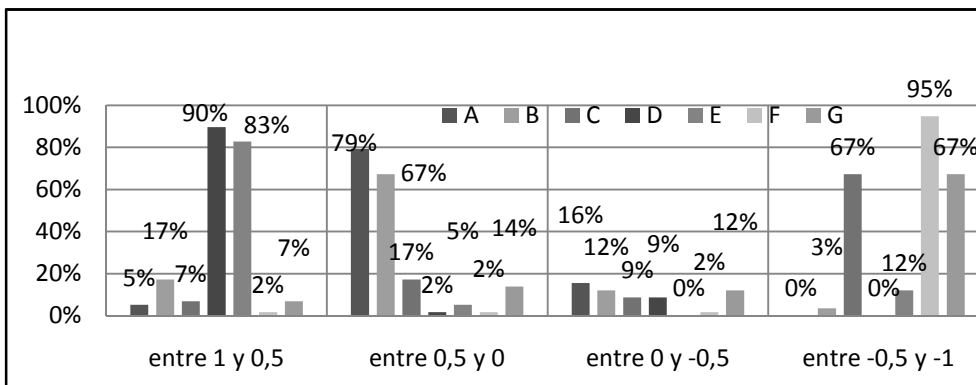


FIGURA 5. VDC en alumnos luego de un año de cursado, postest "b": 58 alumnos.

A continuación analizamos, a partir del acuerdo o desacuerdo, la presencia de visiones de ciencia en alumnos ingresantes (pretest: 392 alumnos), en los alumnos que finalizan el cursado de casi todas las asignaturas de primer año (postest "a": 231 alumnos), y de esta última cohorte, los que hicieron también el pretest (postest "b": 58 alumnos). Dado que en los grupos del postest (231 alumnos y 58 alumnos) los porcentajes se repiten, tomaremos para comparar con el pretest, al más numeroso de 231 alumnos (figuras 6 a 8).

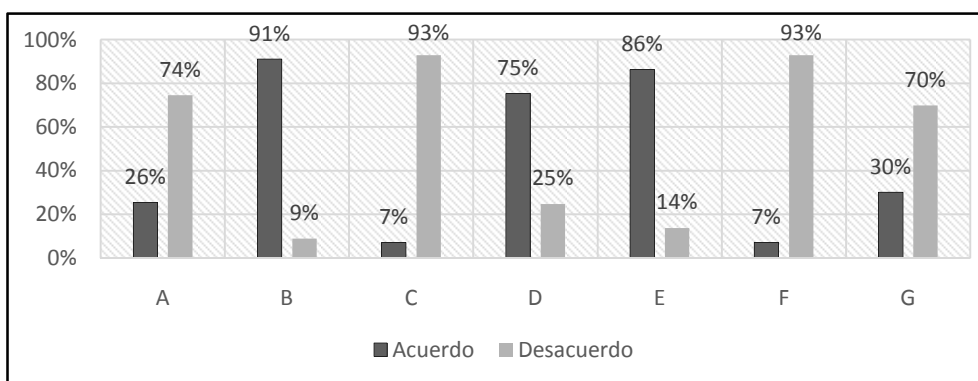


FIGURA 6. VDC en alumnos ingresantes, pretest: 392 alumnos.

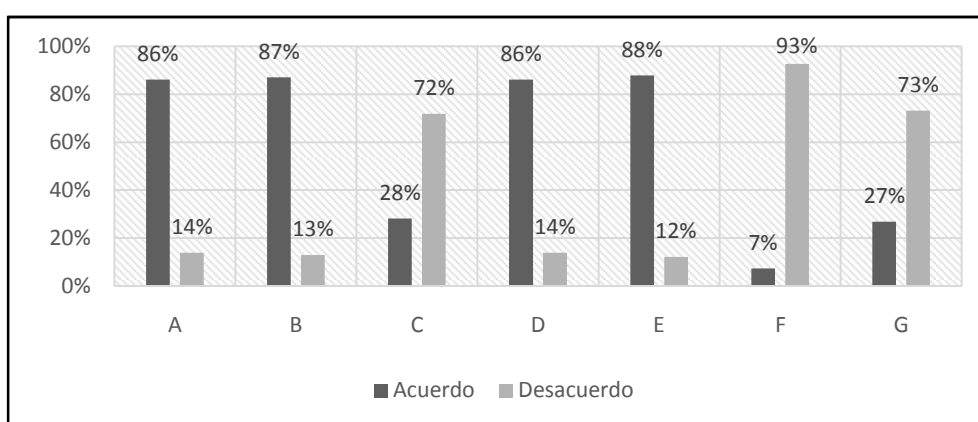


FIGURA 7. VDC en alumnos ingresantes, luego de un año de cursado, postest "a": 231 alumnos.

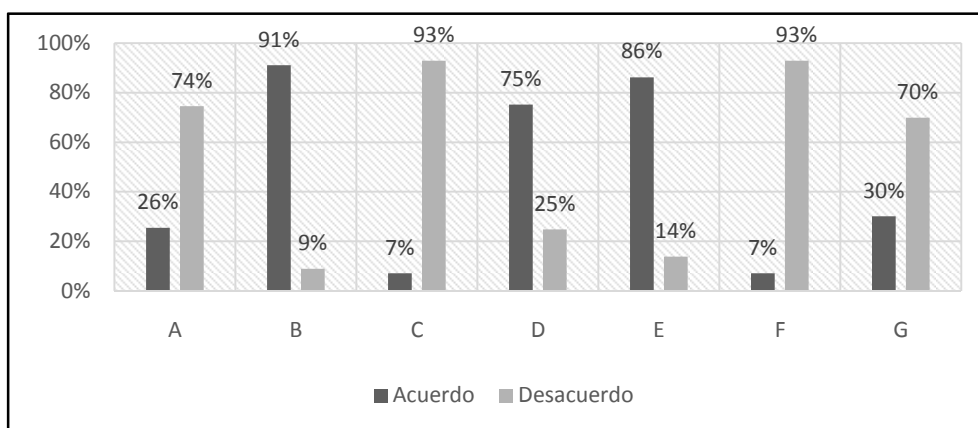


FIGURA 8. VDC en alumnos ingresantes, luego de un año de cursado, postest "b": 58 alumnos.

A. *Concepción empíricoinductivista y ateorica.* Es la que resalta el papel de la observación y de la experimentación "neutras". Éstas no están contaminadas por ideas apriorísticas. No considera a la hipótesis como idea que guía el camino de la investigación ni a las teorías disponibles que orientan todo el proceso de investigación. Resultado: en el pretest los alumnos acuerdan en un 26% con esta visión de ciencia, y en el postest en un 86%.

B. *Concepción rígida de la actividad científica.* Percibe a la ciencia como algorítmica en su método, dogmática, exacta e infalible, concepción derivada de la presentación tradicional del "método científico" en la experimentación rigurosa y cuantitativa en el laboratorio. Resultado: tanto en el pretest como en el postest, con valores próximos al 90% los alumnos acuerdan con esta visión.

C. *Concepción aproblemática y ahistórica de la ciencia.* Por la presentación de contenidos acabados sin planteamientos críticos sobre sus orígenes y construcción, y sin responder a las demandas sociales. Resultado: se incrementa levemente el acuerdo en el postest, pasando del 7% al 28%.

D. *Concepción exclusivamente analítica del conocimiento.* Parcela la problemática y simplifica el problema, con el propósito de encontrar una forma de expresión matemática que la pueda resolver. Deja de lado esfuerzos posteriores para unificar cuerpos de conocimientos y lograr resultados más abarcativos de otras problemáticas. Resultado: en el pretest y en el postest, se acuerda mayoritariamente (alrededor del 80%) con esta visión.

E. *Concepción acumulativa del desarrollo científico.* Considera un crecimiento lineal de los conocimientos científicos. El desarrollo aparece como un proceso acumulativo que no considera de ninguna manera las revoluciones científicas, los períodos de ciencia normal y las etapas en las cuales se investiga desde determinados paradigmas. Resultado: nuevamente la instrucción es transparente a esta visión de ciencia, y se mantienen en postest (88%) los altos valores de acuerdo alcanzados en el pretest (86%).

F. *Concepción individualista y elitista de la ciencia.* Los conocimientos científicos aparecen como obra de genios aislados, ignorándose el papel del trabajo colectivo, de los intercambios entre equipos, etc. Acepta que los resultados obtenidos por un solo científico, pueden falsar hipótesis y teorías. Destaca que el trabajo científico es para una minoría especial. No muestra a la ciencia como una construcción del hombre. Resultado: con un 93%, tanto en el pretest como en el postest, los alumnos no acuerdan con esta visión.

G. *Concepción socialmente neutra de la actividad científica.* Muestra a la ciencia como socialmente neutra. Ignora las relaciones CTS o CTSA o las trata muy superficialmente. Si bien aparecen las relaciones enunciadas, sólo se enumeran algunas aplicaciones de la ciencia, muy sencillas y por ese motivo no se la considera con el peso que la misma tiene como factor de progreso y de mejoramiento de la calidad de vida del hombre. Es el mismo sentido considera a la ciencia como punto de partida del desarrollo de tecnologías que deterioran el planeta y que desmejoran la calidad de vida del hombre. No vincula a la ciencia con la economía, la empresa, la política, etc. Resultado: se percibe un fuerte rechazo de esta visión, en el pretest y en el postest, mostrando un desacuerdo de alrededor del 70%.

VI. CONCLUSIONES

En general y sin analizar en este párrafo los cambios que podría llegar a introducir el primer año de estudios en la FCEfyN, los alumnos adhieren parcialmente a la visión “A” y plenamente a la “B”, “D” y “E” y no acuerdan con la “C”, la “F” y la “G”.

El empirismo inductivo (VDC “A” y “B”) está presente en el pretest y en el postest (alumnos con un año de cursado). La visión “A” tiene una baja aceptación en el pretest (26%), pero aparentemente la instrucción que los alumnos reciben durante el primer año, lleva su presencia a valores significativos en el postest (86%). Por otro lado la VDC “B” es transparente a la instrucción recibida durante el primer año. Como vemos, dos aspectos del empirismo inductivo se manifiestan de distinto modo: en el deber ser de la investigación científica parcialmente lo rechazamos (VDC “A”), pero al momento de operar y de llevar a cabo determinados procedimientos, lo aceptamos fuertemente (VDC “B”).

La VDC “C” es rechazada fuertemente en el pretest (7%) aunque mejora levemente en el postest, llegando al 28%. Es posible que aspectos relacionados con la democracia, forma de gobierno que se apoya fuertemente en la participación y el diálogo, lleve a los alumnos y docentes a considerar que la ciencia se debe a la sociedad que la nutre con demandas y también con apoyos económicos, tecnológicos y recursos humanos. Por ese motivo descartan el carácter ahistórico y aproblemático de la ciencia.

La fuerte aceptación de la VDC “D” en ambos test, casi el 80%, puede tener su origen en una sociedad mercantilizada que no perdona la falta de resultados. Es normal como conducta de los alumnos la necesidad de mostrar resultados, sin preocupación por la calidad del mismo.

La VDC “E”, muy aceptada también en ambos test, se refiere a la acumulación de resultados, válidos desde que aparecen en la comunidad, que no provocan contramarchas; a decir de Ausubel y otros (1996), reconciliaciones integradoras. La instrucción no opera en cambiar esta visión.

Finalmente las visiones “F” y “G”, rechazadas en el pretest y el postest, y transparentes a la instrucción, estarían indicando una interacción ciencia–sociedad, deseable, pero que no es la que el colectivo de investigaciones sobre el tema percibe que se hace presente en la comunidad científica. Es posible que se haya trabajado la interacción ciencia–sociedad en el área de las ciencias sociales, y ese podría el motivo de su presencia. Estas consideraciones podríamos asociarlas más a una demanda social que a una realidad asociada a la investigación científica, pero debemos admitir que no son aspectos que hayan incorporado variables de análisis en esta investigación.

Excepto la visión “A”, que ofrece un fuerte cambio no deseado, producto de la instrucción, el resto de las visiones de ciencia no se modifican significativamente luego del cursado de las asignaturas de primer año. Este resultado puede estar provocado por la ausencia en la práctica docente del Departamento de Física de la FCEFyN, de trabajos prácticos de laboratorio que pongan al alumno en situación similar a la de un investigador en un laboratorio. Al momento de describir la muestra y su entorno, intentamos describir este estado de situación.

Finamente y como reflexión final, la presencia en la escuela del empirismo inductivo clásico, ortodoxo y simplificado, pone en duda el resultado de las acciones llevadas a cabo desde el Instituto Nacional de Formación Docente (INFOD) sobre los profesorados. La tarea por parte del Ministerio de Educación, de introducir en los IFD en la década del 90, formación en Epistemología, en Filosofía e Historia de las Ciencias, proyectos de investigación y otras actividades próximas a la investigación educativa, aparentemente no dieron buenos resultados, aun cuando al no disponer de indicadores previos a la acción ministerial, no podemos establecer un juicio de valor definitivo. Decimos que no dieron buenos resultados, porque el empirismo inductivo aún está vivo con su presencia en la escuela y aparentemente, el primer año de cursado universitario, no hace más que fortalecer esa mirada de la ciencia.

REFERENCIAS

Acevedo-Díaz, J. A., Vásquez-Alonso, A., Manassero-Mas, M.A. y Acevedo-Romero, P. (2007a). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: fundamentos de una investigación empírica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(1), 42–66.

Acevedo-Díaz, J.A., Vásquez-Alonso, A., Manassero-Mas, M.A. y Acevedo-Romero, P. (2007b). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: aspectos epistemológicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(2), 202–225.

Acevedo Díaz, J.A. (2008). El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(2), 134–169.

Ausubel, D. P., Novak, J. D. y Hanesian, H. (1996). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. 9ª. ed. traducido al español, México: Trillas.

Campanario, J. M. y Otero, J. C. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de la Ciencias*, 18(2), 155–169.

Capuano, V., Vigliani, J., y Capuano, C. (2016). Visiones de Ciencia en Docentes de Nivel Medio. *Revista de Enseñanza de la Física*, 28, 245–252.

Castorina, J. (2007). *Cultura y conocimientos sociales*. Buenos Aires: AIQUE.

Chalmers, A. (2002). *¿Qué es esa cosa llamada Ciencia?* 3ª edición. Madrid: Siglo Veintiuno.

Doña, M. y Salinas, J. (2008). Avances en una tesis sobre comprensión de la naturaleza y el rol de los modelos en estudiantes de Física General Universitaria. *Memoria de SIEF 9*, 1–11.

Driver, R. (1986). Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 4(1), 3–15.

Fernández, I., Gil Pérez, D., Carrascosa, J., Cachapuz, A. y Praia, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 477–488.

Flores, J. (2007a). Dos enfoques no convencionales de enseñanza del laboratorio de ciencias: una experiencia en un curso de postgrado. Ponencia presentada en *V Jornada de Docencia e Investigación del Departamento de Biología y Química*, Caracas.

Flores, J. (2007b). Construcción aproximativa de una visión epistemológica acerca de la naturaleza de la ciencia: un estudio de caso en el laboratorio de Bioquímica del IPC. Ponencia presentada en *XIV Jornada Anual de Investigación y V Jornada de Postgrado*, Caracas.

- Flores, J., Caballero Sahelices, M. y Moreira, M. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. *Revista de Investigación*, 68, 75–100.
- García, J. L. y Rodríguez, C. (1988). Ideas previas, esquemas alternativos, cambio conceptual y el trabajo en el aula. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 161–166.
- Gil, D. (1991). ¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias? (Intento de síntesis de las aportaciones de la investigación didáctica). *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 69–77.
- Maiztegui, A. (1991). Problemas creados por la Ciencia y la Tecnología del siglo XX, *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias*, 60(1 y 2), 11–13.
- Martínez Aznar, M. M., Martín del Pozo, R., Rodrigo Vega, M., Varela Nieto, M.P. y Guerrero Serón, A. (2001). ¿Qué pensamiento profesional y curricular tienen los futuros profesores de Ciencias de Secundaria? *Enseñanza de las Ciencias*, 19(1), 67–87.
- Martínez Aznar, M. M., Martín del Pozo, R., Rodrigo Vega, M., Varela Nieto, M. P., Fernández Lozano, M. P. y Guerrero Serón, A. (2002). Un estudio comparativo sobre el pensamiento profesional y la «acción docente» de los profesores de ciencias de educación secundaria. Parte II. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(2), 243–260.
- Novak, J. y Gowin, B. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Editorial Martínez Roca.
- Pigna, F. (2013). *Liberalismo político y liberalismo económico*. Edición “El Historiador”.
- Porlán A. R., Rivero, G. A. y Martín Del Pozo, R. (1998). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores, II: Estudios empíricos y conclusiones, *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 271–288.
- Prodanoff, F., Zerbino, L. y Baade, N. (2010). Preconcepciones que resisten a los cambios del sistema educativo. *Memorias de SIEF 10*, 371–380.
- Segura, D. (1991). Una premisa para el cambio conceptual: El cambio metodológico. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(2), 175–180.
- Thomaz, M. F., Cruz, M. N., Martins, I. P. y Cachapuz, A. F. (1996). Concepciones de futuros profesores del primer ciclo de primaria sobre la naturaleza de la Ciencia: contribuciones de la formación inicial. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 315–322.
- Tricarico, H. (1985). Física ¿Enseñanza Experimental? *Revista de Enseñanza de la Física*, 1(1), 26–29.
- Vázquez, A. y Manassero, M. (1995). Actitudes relacionadas con la Ciencia: una revisión conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(3), 337–346.