

UN CURSO DE METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN ADAPTADO A LAS NECESIDADES DE LOS ESTUDIANTES DE CIENCIAS FÁCTICAS.

A COURSE ON RESEARCH METHODOLOGY ADAPTED TO THE NEEDS OF STUDENTS IN FACTIC SCIENCES

Pablo C. Schulz^{1, 2}, José L. M. Rodríguez^{1, 2}, Marcela Tejerina^{2, 3}.
pschulz@criba.edu.ar / pepif2002@yahoo.com.ar / mtejerin@bblanca.com.ar

Recibido: junio 11, 2009 / Aceptado: agosto 18, 2009 / Publicado: agosto 29, 2009

RESUMEN. En este trabajo se analiza la influencia de la realización de un curso de metodología de la investigación sobre las competencias y actitudes de alumnos de posgrado de varias universidades y diferentes disciplinas. El análisis de las encuestas indica una significativa mejora en cuanto a la actitud científica de los estudiantes, así como su habilidad para planificar, analizar y comunicar sus investigaciones. También mejoró su productividad, eficiencia y creatividad. También se concluyó que es conveniente que un curso de estas características sea parte integral de las currícula de posgrado de cualquier disciplina en ciencias exactas y naturales.

PALABRAS CLAVE: metodología de la investigación, epistemología, ciencias exactas y naturales, creatividad, escepticismo, actitud científica.

ABSTRACT. In this work the influence of follow a course on research methodology on the competences and attitudes of postgraduate students is analyzed. The students were of different universities and research fields. The inquiries analysis indicates a significant improvement in the scientific attitude of students, their ability to plan, analyze and communicate their research. It was also concluded that it is convenient that a course of similar characteristics be included in the postgraduate curricula of any discipline in natural and exact sciences.

KEYWORDS: Research methodology, epistemology, exact and natural sciences, creativity, skepticism, scientific attitude.

INTRODUCCIÓN

Un problema frecuentemente encontrado en los cursos de Metodología de la Ciencia impartidos en las universidades, es que están dictados con un énfasis en los aspectos filosóficos que, si bien es adecuado para estudiantes de humanidades, está cada vez menos relacionado con los intereses de los estudiantes a medida que se pasa de ciencias sociales a las exactas y naturales. Esto hace que los cursos sean poco atractivos, frustrantes y considerados como una pérdida de tiempo que sería mejor destinar a disciplinas de aplicación directa en las respectivas especialidades de los estudiantes.

Estas consideraciones llevaron al diseño de un curso que tuviera la indispensable introducción filosófica y metodológica, pero que pusiera énfasis en aplicaciones prácticas y en aspectos culturales que deberían ser parte del bagaje de cualquier científico. Este curso se desarrolló además con un lenguaje directo, desprovisto de excesiva terminología filosófica, más afín a la mentalidad de los que se dedican a ciencias exactas y naturales. Desarrollado inicialmente para estudiantes de posgrado en Química, en la Universidad Nacional del Sur, las conversaciones de pasillo hicieron que cada vez más estudiantes de posgrado en otras disciplinas se inscribieran en el curso y lo tomaran, incluyendo a los de algunas disciplinas que tienen cursos de metodología dictados por personal de humanidades, y que pidieron la equivalencia. Previsto para dictarse cada dos años, terminó llevó a cabo anualmente, por petición de los estudiantes.

¹ DEPARTAMENTO DE QUÍMICA, UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR, BAHÍA BLANCA

² ESCUELA DE OFICIALES DE LA ARMADA, INSTITUTO UNIVERSITARIO NAVAL, BASE NAVAL PUERTO BELGRANO

³ DEPARTAMENTO DE HUMANIDADES, UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR, BAHÍA BLANCA.

El curso se dictó en diferentes niveles:

- El nivel máximo (doctorado), es decir, con la totalidad de sus tópicos desarrollados completamente para cumplir con los objetivos detallados más abajo. Fue impartido en el Departamento de Posgrado de la Universidad Nacional del Sur (UNS), y en una ocasión en la Universidad de Guadalajara, Jalisco, México.
- Un nivel intermedio (maestría no académica), es decir, con una versión resumida de la parte filosófica y de la operativa, eliminando algunos tópicos que no eran relevantes para los usuarios (puntos [1](#), [3](#), [6](#) y [9](#) del [Anexo I](#)). Fue impartido en el posgrado de la Escuela de Oficiales de la Armada (ESOA), Instituto Universitario Naval.
- Un nivel fundamental (pregrado), en los cursos regulares de oficiales en la Escuela de Oficiales de la Armada. En este nivel, tanto los tópicos filosóficos como los operativos fueron resumidos a un nivel pregrado (puntos [1](#), [3](#), [6](#) y [9](#) del [Anexo I](#), en forma resumida).
- Además, se dictó en una ocasión en forma intermedia en varias jornadas para profesionales de la educación de la zona de Bahía Blanca y Punta Alta, en la Escuela de Oficiales de la Armada.
- En nivel máximo, a distancia, por medio de la red interna de la Armada Argentina.

En todos los casos se pidió a los estudiantes que llenaran cuestionarios anónimos analizando la utilidad del curso y pidiendo sugerencias. También se enviaron cuestionarios a los estudiantes que habían aprobado el curso en años anteriores, a fin de evaluar los efectos del mismo sobre el pensamiento crítico y creativo de los estudiantes, así como su utilidad en la vida científica de los mismos.

COMPETENCIAS BUSCADAS

En el mundo educativo hay consenso en que todo diseño curricular debe asegurar su pertinencia, en términos de adecuación de las respuestas educativas a las demandas del contexto. En la actualidad se considera ineludible analizar cuáles son las competencias y habilidades necesarias para optimizar el desempeño en el sector laboral que corresponda.

Cuando se habla de competencias, se está refiriendo al conjunto de capacidades, conocimientos, habilidades y destrezas, experiencia y normas de actuación en un campo de desempeño. Estas capacidades complejas poseen distintos grados de integración y se ponen de manifiesto en diversos ámbitos de la vida humana, ya ***sea en lo personal, en lo profesional, o en lo social.***

Las competencias esenciales a lograr al término de la formación constituyen el perfil profesional, es decir, el listado de cualidades de personalidad y capacidades en términos de tareas a realizar para el ejercicio profesional del científico.

En consecuencia, se analizaron las competencias que debería tener un investigador en una disciplina cualquiera de las ciencias fácticas. Obviamente, hay competencias específicas en cada disciplina (física, química, geología, medicina, etc.) que deben aprenderse durante los estudios de grado, de posgrado y en el desarrollo de la investigación que lleva a la obtención de un título de posgrado. La adquisición de estas competencias está fuera del objetivo del curso.

Desde el punto de vista personal y profesional, una de las competencias buscadas fue la comprensión de la naturaleza de la ciencia como actividad humana destinada a comprender la realidad, y de la investigación para obtener información nueva y confiable que amplíe esa comprensión, creando una actitud de análisis crítico y de sano escepticismo ante cualquier situación que se le presente. Esto, tratando de que el estudiante no fuese un acopiador de descripciones, reglas y definiciones, sino tratando de desarrollar un conocimiento subconsciente que haga que, ante una situación cualquiera (investigación, hecho cotidiano, etc.), instintivamente pueda detectar los puntos importantes, las inconsistencias, las pruebas y argumentos correctos e incorrectos, planificar una investigación para descubrir la verdad y

juzgar objetivamente los resultados de la misma, sin necesidad de citar como un exegeta el párrafo de un libro o la opinión de un filósofo en particular. Es decir, que esta **actitud científica** esté incorporada en su propio carácter. Esto se busca en el **primer módulo** del curso.

Otra de las competencias buscadas es la incorporación del método científico en su manera de ser: ante un problema cualquiera, no necesariamente científico, detectar la naturaleza verdadera del problema, analizar las bases teóricas sobre las cuales construir su investigación: planificarla, llevarla a cabo, analizar correctamente sus resultados e informarla a la comunidad, siguiendo los lineamientos generales del método científico, sin necesariamente uncirse a un formalismo rígido. Es decir, usar el método científico como una guía instintiva, adaptándolo a su situación sin dejar que se transforme en una rémora. Esto se busca en el **segundo módulo** del curso.

Desde el punto de vista social, la competencia que se busca es formar no sólo un científico que conozca bien su trabajo, sino también un científico que sea además un buen ciudadano y un buen comunicador social. Por eso el curso tiene un **tercer módulo**, que por lo general no tienen otros cursos de Metodología de la Ciencia, en el que se habla de temas tales como la relación entre la ética y la ciencia, la política y la ciencia, los sistemas de creencias y filosofías relacionadas con la ciencia tales como pseudociencias y anticiencia. Esto permite adquirir un sano escepticismo en cuanto al bombardeo de propaganda e ideas al que se está cada vez más expuesto, además de habilitar para intervenir en debates y conversaciones con no-científicos sobre temas relacionados con la ciencia. Es decir, amplía la cultura del estudiante en cuanto a los temas periféricos de la ciencia.

En definitiva, el curso intenta formar un científico-ciudadano-comunicador completo, y no un tecnólogo de la ciencia.

EL CONTENIDO DEL CURSO

El programa del curso se muestra en el Anexo I. En forma sucinta, puede describirse como:

Módulo I: Introducción filosófico-metodológica

En este bloque se analizan las características de la ciencia y del conocimiento científico, se ven las escuelas principales de pensamiento metodológico, las características del método científico tal como se suele presentar actualmente. Se estudian, además, las características que debe presentar una hipótesis para ser científicamente aceptable, la forma de verificar si es aceptable o no, y el tipo de explicaciones aceptables por la ciencia. El énfasis se pone sobre la creación de criterios, más que en aprender complejos razonamientos y definiciones.

Módulo II: La implementación práctica:

En este bloque se estudian las aplicaciones prácticas del bloque anterior: la forma de armar y redactar un cuaderno de laboratorio, proyectos de investigación, informes de avance, artículos científicos, tesis, presentaciones orales, y currículos. También se ve la forma en que se deben analizar dichos documentos cuando uno es jurado o revisor. Se discute también la validez del uso de indicadores científicos, tal como el Índice de impacto.

Módulo III: El complemento cultural:

En este último bloque se analizan diversos temas relacionados con la ciencia, tales como la ética en ciencia, los fraudes científicos, las actitudes anticientíficas, las pseudociencias, la política científica.

Estos son temas que deben ser conocidos por los científicos cultos en relación con su interacción con la sociedad.

RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS

En el *nivel mas bajo*, se consultó a los estudiantes de grado de la Escuela de Oficiales de la Armada (ESOA) quienes debían además hacer un trabajo de investigación como ejercicio. Calificaron este curso y el trabajo de investigación como uno de los aspectos positivos más importantes que les dejó su paso por la Escuela, e incluso adoptaron el método científico para su trabajo profesional. A continuación se muestran algunos ejemplos de calificaciones dadas por los alumnos (entre corchetes se muestra la pregunta de la encuesta anónima):

[ASPECTO MÁS POSITIVO QUE LE BRINDÓ LA ESOA]: “LA REALIZACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN, YA QUE PERMITE EL DESARROLLO PERSONAL DE ALGUNA IDEA FACTIBLE PARA EL DESARROLLO DE MEJORAS EN NUESTRAS UNIDADES.” - “PODER CONTAR CON EL APOYO NECESARIO, PERSONAL CALIFICADO E INFRAESTRUCTURA ADECUADA, PARA DESARROLLAR CONOCIMIENTOS Y EXPLORAR NUEVAS POSIBILIDADES PARA EL DESARROLLO PROFESIONAL. PUDE OBSERVAR QUE UN PROYECTO IBA A SERVIR PARA ALGO BUENO Y ÚTIL. CUANDO EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTÉ, FUE TOMADO EN CUENTA.” - “1) LOS CONOCIMIENTOS TEÓRICOS DE MATERIAS COMO PROPAGACIÓN Y ANTENAS. 2) EL MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.” - “LAS INSISTENCIAS CON TRABAJOS PRÁCTICOS QUE OBLIGAN AL ALUMNO A BUSCAR Y CONOCER REGLAMENTOS Y PUBLICACIONES, EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN Y LOS JUEGOS DE DECISIÓN TÁCTICA.”

[PROPUESTA DE APLICACIÓN DE LA MATERIA (METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN)]: “HACER ENTENDER AL CURSANTE QUE UNA IDEA PROPIA PUEDE SER DE INTERÉS PARA OTROS O BIEN PUEDE MEJORAR ALGO.”

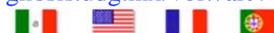
[SATISFACCIÓN DE EXPECTATIVAS]: “TENÍA CLARO CÓMO ERA EL CURSO Y LOS CONOCIMIENTOS QUE IBA A ADQUIRIR. PUDE OBTENER LAS BASES NECESARIAS PARA CONDUCIR Y CONCRETAR INVESTIGACIONES Y TAMBIÉN FUI INCENTIVADO A PLANTEAR NUEVOS PROYECTOS PARA EL MEJORAMIENTO DE MATERIALES Y ADMINISTRACIÓN DEL PERSONAL DE NUESTRA INSTITUCIÓN.”

En el *nivel mayor*, de acuerdo con los resultados de las encuestas, los alumnos de posgrado de la UNS calificaron al curso de “muy bueno” y “muy útil” al finalizarlo.

Se enviaron planillas de encuesta a un total de 112 alumnos de posgrado (correspondientes a un curso de posgrado en la ESOA y siete de la UNS), recibiendo respuestas del 48% de los mismos, y encuestas de control a 35 alumnos de pregrado del último año, recibiendo un 60% de respuestas. La disciplina de origen de los encuestados (alumnos de posgrado) era: ingeniería electricista: 4.5%; ciencias de la computación: 9.1%; bioquímica: 13.6%; medicina: 9.1%; biología: 18.2%; ingeniería: 4.5%; agronomía: 9.1%; química: 22.7%; e ingeniería química: 9.1%.

Se hizo una serie de afirmaciones con respuestas opcionales destinadas a evaluar el grado de análisis crítico en temas relacionados con la ciencia y el nivel de adquisición de competencias. Los temas analizados tienen que ver con actitudes científicas frente a la religión, las pseudociencias, la ética, la política y los usos de la ciencia en sí. Estas frases son:

Sobre las siguientes proposiciones opina que:				
El hombre ha sido creado del barro	es cierto	podría ser	es un mito	no opina
El ser humano descende de especies inferiores	es cierto	podría ser	es un mito	no opina
El mundo tiene unos 6000 años de antigüedad	es cierto	podría ser	es un mito	no opina
Hace muchos millones de años existieron dinosaurios	es cierto	podría ser	es un mito	no opina
Los OVNIS son naves extraterrestres	es cierto	podría ser	es un mito	no opina
La astrología tiene bases científicas	es cierto	podría ser	es falso	no opina
Las pirámides de Egipto fueron construidas por extraterrestres	es cierto	podría ser	es un mito	no opina
La parapsicología está científicamente probada	es cierto	podría ser	es falso	no opina
La totalidad de los fenómenos que ocurren puede ser explicada por la ciencia normal	es cierto	podría ser	es falso	no opina
Existe un complot gubernamental para desprestigiar a la ovniología	es cierto	podría ser	es un mito	no opina
La homeopatía está científicamente fundamentada	es cierto	podría ser	es falso	no opina
Las paraciencias no son aceptadas simplemente por falta de				



apertura mental de los científicos del establishment, que no quieren aceptar las evidencias que las sostienen	es cierto	podría ser	es falso	no opina
La posición científica es negar que pueda haber visitantes extraterrestres	es cierto	podría ser	es falso	no opina
No informar los resultados adversos en un trabajo científico es una práctica aceptable	es cierto	podría ser	es falso	no opina
La ciencia admite que en ciertas circunstancias pueden producirse excepciones al cumplimiento de las leyes físicas	es cierto	podría ser	es falso	no opina
Es lícito experimentar con seres humanos sin que éstos lo sepan, siempre que no se les produzca daño permanente	es cierto	podría ser	es falso	no opina
La ciencia actual ha perdido el rumbo humano y debe ser controlada por comités religiosos, y culturales	es cierto	podría ser	es falso	no opina
Un científico debe hacer su trabajo sin importarle la opinión de quienes no son científicos	es cierto	podría ser	es falso	no opina
El avance de la ciencia está por encima de los derechos de los individuos, porque busca el beneficio de la mayoría	es cierto	podría ser	es falso	no opina
Si uno está convencido de estar en lo cierto, puede modificar los resultados en los informes para acelerar la aceptación de la hipótesis y hacer avanzar a la ciencia	es cierto	podría ser	es falso	no opina
No es necesario indicar de dónde provienen todos los datos usados en un trabajo que no sean originales del autor, porque si no la lista de citas sería demasiado larga	es cierto	podría ser	es falso	no opina
Cuando uno es referee, está autorizado a utilizar los datos provistos por el autor del artículo revisado como información privilegiada, como compensación por el trabajo de referato.	es cierto	podría ser	es falso	no opina
Cuando un artículo es publicado en actas de un congreso, y éstas tienen forma de libro, debe ser clasificada como "Capítulo de Libro"	es cierto	podría ser	es falso	no opina
La calidad de un artículo no tiene que ver con el hecho de estar publicado en una revista con referato o sin él, por lo que no es necesario aclarar esta circunstancia en un currículum	es cierto	podría ser	es falso	no opina
Es lícito utilizar el prestigio de la ciencia para sostener una idea política, ya que ésta, como la ciencia, busca ayudar a la humanidad	es cierto	podría ser	es falso	no opina
Las ideas científicas deben ser ajustadas para sostener la concepción política de las grandes mayorías	es cierto	podría ser	es falso	no opina
La sociedad no debe inmiscuirse en el desarrollo de la ciencia	es cierto	podría ser	es falso	no opina
A fin de conservar la credibilidad de la ciencia, no es conveniente admitir que se ignora algo, así que se debe inventar una respuesta convincente para salir del paso	es cierto	podría ser	es falso	no opina
Una vez que la ciencia ha dado una respuesta a un problema, ésta no es definitiva sino provisoria	es cierto	podría ser	es falso	no opina
Las explicaciones científicas no deben depender de la situación cultural, política, social ni económica del entorno en que son formuladas	es cierto	podría ser	es falso	no opina
Puesto que la ley establece que nadie puede ser obligado a declarar en su contra, se puede presentar el currículum con antecedentes magnificados	es cierto	podría ser	es falso	no opina
Un criterio de aceptación de trabajos científicos debe ser el prestigio del autor y de la institución donde trabaja	es cierto	podría ser	es falso	no opina
Es innecesario llevar un cuaderno de laboratorio, el registro puede ser exclusivamente electrónico	es cierto	podría ser	es falso	no opina

Previo, se utilizó como control una versión adecuada para las personas que no habían hecho un curso de metodología.

La [Figura 1](#) muestra los resultados de las encuestas de control, y la [Figura 2](#) los de las encuestas válidas.

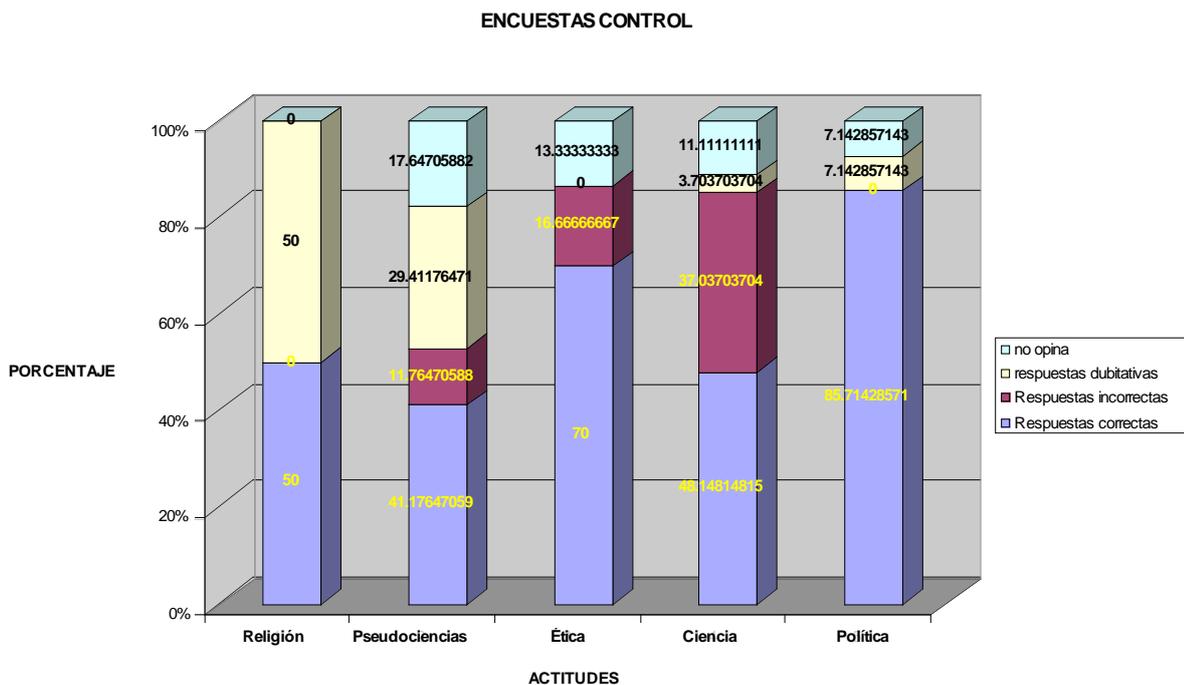


Figura 1: Resultados de las encuestas de control.

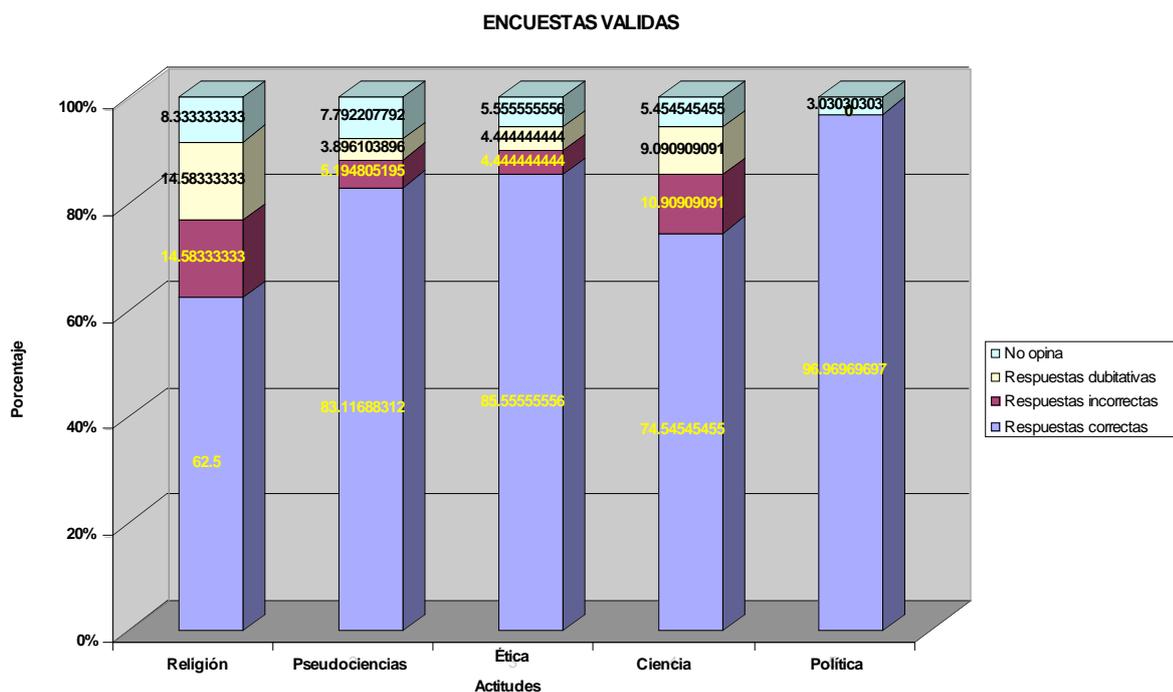


Figura 2: Resultados de las encuestas luego de realizar el curso de Metodología.

Análisis de los resultados.

En lo que se refiere a una **visión científica de la religión** (no significa rechazo a la religión, sino una visión de la inclinación del encuestado cuando hay divergencia entre las conclusiones de ambas), antes de efectuar el curso, el 50% de las respuestas fueron correctas (desde el punto de vista científico), y el resto dubitativas. No hubo respuestas incorrectas, posiblemente por la formación en ciencias exactas y



naturales de los estudiantes. El porcentaje de respuestas correctas aumentó al 62.5% en encuestados que realizaron el curso, aunque curiosamente, apareció un 14.6% de respuestas incorrectas. El número de respuesta dubitativas fue también de 14.6%. Sin embargo, no hay que despreciar en este ítem el efecto emotivo que puede tener la religiosidad de las personas. Cabe aclarar que las afirmaciones fundamentalistas extremas tales como la sostener que la Tierra tiene 6000 años de antigüedad, que no existieron dinosaurios o que los seres humanos no descienden de organismos inferiores, no tuvieron sostenedores acérrimos (aunque sí algunas respuestas dubitativas).

En lo que se refiere a las **pseudociencias**, el porcentaje de respuestas correctas pasó de 41.2 % al 83.1 %, las respuestas incorrectas bajaron de 11.8 % al 5.2 %, y las dubitativas del 29.4 % al 3.9 %. Curiosamente, las respuestas redactadas dicen que la autopercepción de los cursantes indica un total descreimiento en pseudociencias, mientras que el análisis de las respuestas anteriores indica una cierta persistencia remanente en creencias pseudocientíficas, las que posiblemente no sean percibidas como tales por los encuestados.

En lo que se refiere a **actitudes referidas a la ética**, hubo un 70% de respuestas correctas en las encuestas de control, que subió a 85.6 % en los encuestados luego del curso. Las respuestas incorrectas pasaron de 16.7% a 4.4%, y las dubitativas de 0% a 4.4%. En general, esto muestra un cierto mejoramiento en la percepción de problemas éticos, porque aparentemente la gente tiene cierto concepto de la ética que es independiente de la necesidad de un curso de ética, aunque su comprensión mejora con éste último, especialmente en ciertos aspectos sutiles o controversiales.

En cuanto a la **comprensión de problemas asociados con la ciencia**, el porcentaje de las respuestas de control correctas fue de 48.1%, mientras que luego del curso llegaron al 74.5%, las respuestas incorrectas bajaron del 37% al 10.9%, y las dubitativas pasaron del 3.7% al 9.1%. En general entonces, hubo una mejora importante en cuanto a la comprensión del funcionamiento de la ciencia.

Finalmente, la **relación entre ciencia y política** muestra un 85.7 % de respuestas correctas en el grupo de control, y un 96.7 % luego del curso. Las respuestas incorrectas fueron de 0 % en ambos casos, lo que podría indicar una alta comprensión de los problemas de la ingerencia política en diversos temas, que es en cierto modo independiente de la realización del curso, aunque el mismo mejoró algo la situación. La baja estima de la política en la sociedad argentina puede tener que ver con los resultados del grupo control.

PREGUNTAS RELACIONADAS CON EL CURSO

También se realizó una serie de preguntas relacionadas con el curso en sí, con respuestas prefijadas, para evaluar la percepción de los alumnos sobre la influencia de éste sobre sus distintas actitudes. Estas preguntas fueron:

Opina que para su carrera hacer el curso	fue útil	fue irrelevante	fue una pérdida de tiempo	no opina
En caso de haber opinado que fue útil, cree que debe ser		obligatorio	voluntario	no opina
Debería dictarse en el nivel de	posgrado	pregrado	ambos	no debería dictarse
La realización del curso afectó su:				
-creatividad natural	positivamente	no la afectó	coartó mi creatividad	no opina
-actitud innovadora natural	positivamente	no la afectó	soy más conservador	no opina
-facilidad para redactar informes científicos	positivamente	no la afectó	me cuesta mas trabajo	no opina
-facilidad para las presentaciones orales	positivamente	no la afectó	me cuesta más exponer	no opina
-facilidad de comunicación	me comprenden mejor		da lo mismo empeoró	no opina
-¿recibe mejor tratamiento de los referees que juzgan mis trabajos?	hacen menos objeciones		da lo mismo empeoró	no opina
-¿Le ayudó a redactar la tesis?	mucho	poco	nada	no opina



-¿Le ayudó a defender la tesis oralmente?	mucho	poco	nada	no opina
-Si redactó un proyecto de investigación,				
-¿Influenció el curso para facilitar su redacción?	mucho	poco	nada	no opina
-Apertura mental a nuevas ideas	mucho	poco	nada	no opina

La opinión general es que el curso debe ser de posgrado y voluntario, porque de esa forma se aprovecha mejor. De ser obligatorio, pasaría por un curso más.

A su vez, los alumnos opinan que el curso es fundamental para cualquier persona que se dedique a la investigación, especialmente por su estructura y contenidos atípicos que reputan más apropiados para lo que se necesita en ciencias fácticas.

La percepción del estudiante al respecto del efecto del curso sobre sus diferentes actitudes se resume en la **Figura 3**.

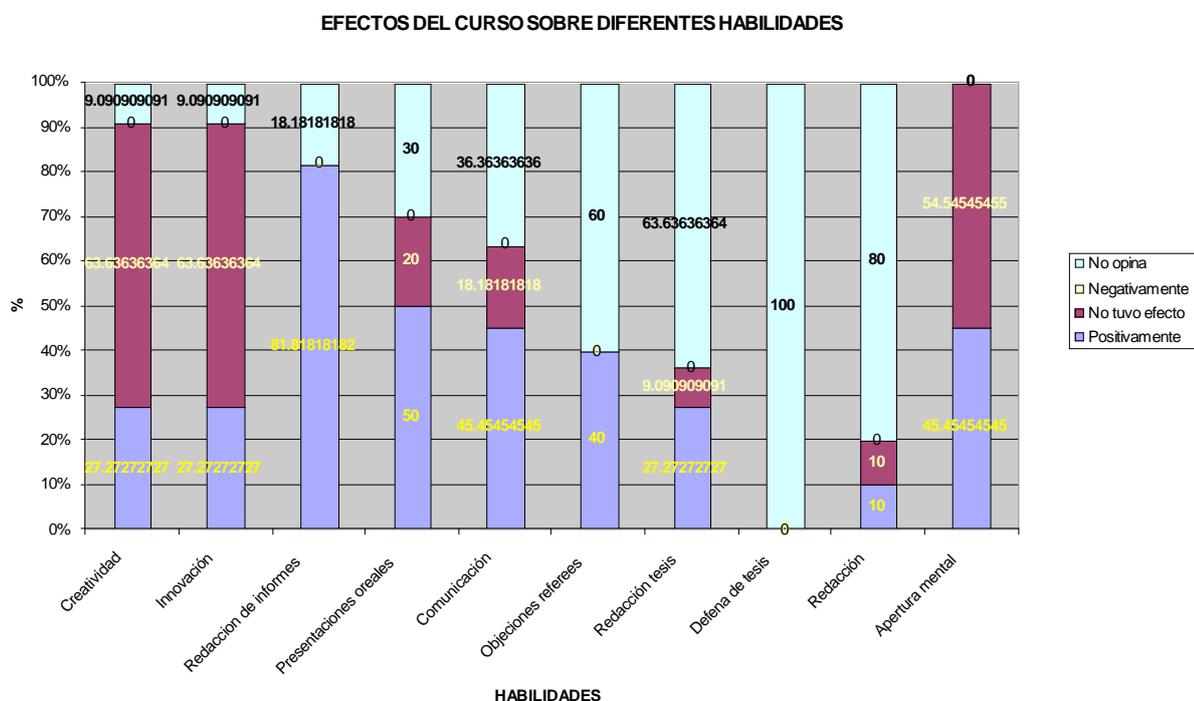


Figura 3: Percepción por parte de los cursantes del efecto del curso sobre diferentes actitudes.

Un análisis de los resultados muestra que los cursantes consideraron en general que actitudes tales como la creatividad, la propensión a la innovación y la redacción no fueron muy afectados por el curso. Es difícil saber si esto es real o solamente una reticencia a reconocer que su actitud previa al curso era deficiente en estos ítems. Es bien conocida la dificultad de emitir un juicio objetivo de uno mismo. Pero en general, en las habilidades relacionadas con la comunicación científica, como redacción de informes, comunicación y redacción de tesis, se percibe una mejora. En el caso particular de las tesis, la gran mayoría de los cursantes no la había redactado todavía, y menos aún defendido oralmente, lo que explica el bajo valor de la mejora de redacción y la total ausencia de respuestas en cuanto a su defensa oral. En lo que se refiere a apertura mental, hay un fuerte reconocimiento en la mejora de la actitud frente a nuevas ideas y opiniones heterodoxas, siempre desde un punto de vista de sano escepticismo (como puede verse en las respuestas redactadas).



Además, se les pidió expresar con sus propias palabras sus opiniones sobre diferentes ítems: Influencia del curso sobre la creatividad del cursante, su actitud ante el proselitismo (político y religioso), su actividad profesional y su apertura mental a nuevas ideas. Estas fueron:

Su actividad profesional:

¿Ha notado un aumento en la facilidad para redactar informes científicos? ¿Mejoraron sus presentaciones orales? ¿Son éstas más comprensibles para público no experto? ¿Mejóro su manera de escribir? ¿Mejóro el tratamiento que le dan los referees a sus manuscritos? ¿Le ayudó a redactar su tesis? ¿Le ayudó a defender su tesis? Si redactó un proyecto de investigación, ¿influenció el curso para facilitar su redacción?

Su actitud frente a actividades proselitistas:

Propaganda política: ¿Analiza críticamente las propuestas de los partidos y/o candidatos políticos? ¿Analiza críticamente los postulados programáticos de los partidos políticos? ¿Analiza la factibilidad práctica de las propuestas? ¿Analiza la factibilidad económica de las propuestas?

Propaganda religiosa: ¿afectó a su actitud frente a su religión? ¿Afectó su actitud frente a otras religiones?

Propuestas de sectas: ¿Analiza críticamente las propuestas de religiones o grupos esotéricos no tradicionales?

¿Analiza críticamente las propuestas de actividades presuntamente científicas: ovniología, parapsicología, astrología, etc.?

Su actitud frente a problemas cotidianos:

¿Antes de tomar una decisión cotidiana, analiza los posibles modos de acción y evalúa sus consecuencias? ¿Luego de realizar el curso, es más crítico y analítico frente a lo que le dicen?

Su creatividad:

¿Considera que la realización del curso ayudó a mejorar su creatividad? ¿Considera que lo ayudó a ordenar sus ideas cuando enfrenta a un problema, y así favorecer la aparición de ideas innovadoras?

También se les pidió que opinaran sobre el contenido, extensión y utilidad general del curso:

- ¿Cree que hay temas que deben ser desarrollados con más extensión? ¿Cuáles?
- ¿Cree que hay temas que están tratados en forma excesivamente extensa? ¿Cuáles?
- ¿Cree que hay temas que no son tratados y que deberían ser incluidos? ¿Cuáles?
- ¿Cree que hay temas que son superfluos y deberían ser suprimidos? ¿Cuáles?
- Por favor, justifique brevemente sus recomendaciones (Puede usar hojas adicionales).
- Exprese aquí en forma sincera su opinión general sobre el curso y su influencia sobre Ud., si la tuvo.

Análisis de las respuestas al pedido de opiniones redactadas

En cuanto a la **influencia del curso sobre la creatividad:**

La totalidad de los encuestados dijo que el curso le ayudó a poner en orden sus ideas, a analizar de forma crítica los problemas, y a mejorar su actitud innovadora. Si bien algunos afirmaron que su creatividad no se vio modificada, todos estuvieron de acuerdo en que mejoró su forma de encarar los problemas y analizar los resultados. Un 20% de los cursantes admitieron haber mejorado su creatividad.

En cuanto a la **actitud crítica en la vida cotidiana:**

Un 30% admite no haber mejorado su actitud crítica, porque ya era alta antes de hacer el curso. Un 40% admite ser más analítico de los problemas. Sin embargo, todos admiten que su actividad crítica es más cuidadosa y más ordenada luego del curso. Analizan y evalúan con mucho cuidado las opciones antes de tomar una decisión.

En cuanto a la **actitud frente a las religiones:**

Un 30% se declara ateo y un 40% agnóstico, con lo que su actitud frente a la religión no fue afectada por el contenido del curso. El 30% restante se declaró creyente pero que el curso le hizo ver la diferencia de ámbitos de dominio de la ciencia y la religión. Un 70% (incluyendo agnósticos, ateos y

creyentes) se declaró partidario de un *modus vivendi* entre religión y ciencia, que depende directamente de la actitud interna de cada uno y del respeto de los respectivos ámbitos de influencia.

En cuanto a las *pseudociencias*:

El 50% declara no haber creído nunca en ellas. El resto declara que ahora analiza críticamente las propuestas de las mismas. En general la actitud después del curso es de análisis crítico objetivo. Nadie declaró creer en pseudociencias, pero al menos un 20% leen sus propuestas por diversión.

En cuanto a *Actitud ante las propuestas políticas*:

Un 15% informó no analizar la factibilidad económica de las propuestas políticas, un 10% se declaró indiferente a la política y un 70 % analiza críticamente las propuestas políticas, especialmente al votar. Si bien no aclaró si lo hace desde antes del curso, un 25% dijo que ahora lo hace con más profundidad. Ahora analizan críticamente las propuestas que se les hacen.

En cuanto a *Actividad profesional*:

El 90% declaró que el curso le ayudó en cierta forma a mejorar sus presentaciones científicas (orales y escritas) y planificar su investigación. El 10% restante se excusó por ser todavía principiante en la investigación, por lo que no pudo apreciar cambios. Un participante era un investigador formado que declaró que el curso le hubiera venido muy bien al comienzo de su carrera. Sin embargo, el curso le sirvió para llenar huecos en su formación. Les fue muy útil para la planificación, realización y comunicación de su investigación.

En cuanto a *Extensión y contenido del curso*:

El 100% consideró que el curso tiene un contenido adecuado para noveles investigadores en ciencias exactas y naturales, y que su extensión es adecuada. Algunas propuestas adicionales son:

- “Sería interesante contar con disertantes de varias disciplinas (biología, geología, matemática, etc.) que comentaran características particulares de trabajo científico en las áreas de la ciencia que representan.”
- “Sería de gran utilidad explicar algunos detalles más del sistema de C y T de la Argentina (Secretaría de Ciencia y Tecnología (SECyT), Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT), Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de la República Argentina (CONICET), etc.) programas, sistemas de becas, etc.”
- “Podría ser de utilidad proponer algunos casos de la vida cotidiana, a fin de que los alumnos analicen cómo los tratarían de resolver, y comentarlos a fin de ver si se puede mejorar aplicando el método científico. Asimismo, se podría trabajar sobre casos de la vida cotidiana, a fin de discutir la solución que le darían distintos alumnos, a fin de favorecer la creatividad (viendo que puede haber otras soluciones distintas a la propia) como así también la colaboración entre personas formadas en distintas disciplinas (en caso de contarse con un curso heterogéneo)”

En cuanto a la *Opinión General sobre el curso*:

El 100% de los encuestados destacó que el curso es sumamente útil para su carrera, y para su actitud ante los problemas de la vida cotidiana, revalorizando la actitud crítica y escéptica, así como la tolerancia hacia propuestas diferentes de las propias.

CONCLUSIÓN GENERAL

En general, el curso mejoró, en algunos casos en forma notable, la actitud científica de los cursantes, así como su habilidad para planificar, analizar y comunicar sus investigaciones. En algunos casos, llevó a los cursantes a cuestionar su actitud ante diversas situaciones, o a tomar conciencia de la incompatibilidad de ciertas actitudes con una forma de pensar racional y escéptica. Algunos cursantes admitieron haber mejorado su productividad, eficiencia y creatividad. Sin embargo, aún cuando las encuestas eran anónimas, hay que tener en cuenta la reticencia de la gente a admitir que no tenían estas cualidades, o que las tenían en forma reducida, antes del curso. Todos los cursantes, hayan o no admitido mejoras en su actuar, coincidieron en que el curso es muy útil para los que se inician en investigación.

AGRADECIMIENTOS:

Este trabajo se realizó mediante un Proyecto de Investigación del Instituto Universitario Naval en colaboración con la Universidad Nacional del Sur.

ANEXO 1

Contenido detallado del curso

“Metodología y Problemas de la Investigación vistos desde las Ciencias Exactas y Naturales”

INTRODUCCION

Módulo I: Introducción filosófico-metodológica

1.-QUE ES LA CIENCIA. En la educación científica, no hay que enseñar qué pensar, sino cómo pensar. Qué no es ciencia. El saber ingenuo o vulgar. Las bases filosóficas de la ciencia. La regularidad de la naturaleza no reconoce excepciones, el hombre posee la capacidad de comprender la regularidad de la naturaleza. Ciencia formal y ciencia fáctica. La clasificación de las ciencias fácticas. La estructura de la ciencia. El conocimiento. Principales características de la ciencia fáctica: el conocimiento científico es fáctico. El conocimiento científico trasciende los hechos. La ciencia es analítica. La investigación científica es especializada. El conocimiento científico es claro y preciso. El conocimiento científico es comunicable. El conocimiento científico es verificable: La investigación científica es metódica. El conocimiento científico es sistemático. El conocimiento científico es general. El conocimiento científico es legal. La ciencia es explicativa. El conocimiento científico es predictivo. La ciencia es abierta. La ciencia es útil. La ciencia es pública. Ciencia e investigación: investigación básica, pura o fundamental. Investigación aplicada, constructiva o utilitaria. Desarrollo experimental. Actividades asociadas: recolección sistemática de datos científicos y tecnológicos, normalización, metrología y control de calidad. Otras actividades científicas y tecnológicas. Niveles de la investigación: nivel descriptivo, nivel clasificatorio, nivel explicativo. Bibliografía citada

2.-ALGUNAS CUESTIONES RELACIONADAS CON LA CIENCIA. La verdad científica. Las ideas nuevas. La epistemología. La gnoseología. Reduccionismo y holismo. Positivismo. El inductivismo. El problema de la inducción. Teorías científicas como sistemas hipotético-deductivos. Causalidad. La evolución de la ciencia. Avance en el conocimiento durante la investigación. La pertinencia. Los errores. Literatura citada

3.-EL METODO CIENTÍFICO. La puesta a prueba de las ideas. Tipos de investigación. Investigación descriptiva. Investigación explicativa. Investigación predictiva. El objetivo de las ciencias naturales: fundamentación, explicación y predicción. La explicación nomológico - deductiva. Explicación de hechos y regularidades. La explicación estadístico-inductiva. La explicación genética. Explicaciones teleológicas. Explicaciones funcionales. Explicación y predicción. Los pasos de la investigación. Un intento de sistematización del método científico. Planteamiento del problema. Formulación del problema estructuración de un marco teórico. Formulación de hipótesis. Enunciados y generalizaciones científicos. Generalizaciones y leyes empíricas. Generalizaciones universales. Generalizaciones existenciales. Generalizaciones mixtas. Generalizaciones estadísticas o probabilísticas. Enunciados teóricos. Cómo formular hipótesis. Otras condiciones para la formulación de hipótesis. Extrapolación, ampliación, sustitución y analogía. Fases en la formulación de hipótesis científicas. Las etapas de la formulación de las hipótesis. Requisitos de la hipótesis científica. Tipos de hipótesis. Hipótesis fundamentales y derivadas, auxiliares y *ad hoc*, empíricas y teóricas. Hipótesis teóricas, empíricas y mixtas. Hipótesis rivales y experimentos cruciales. Composición de la hipótesis científica. Las variables relevantes. Comprobación de la hipótesis. Elaboración de los resultados y conclusiones de la investigación. Formulación de leyes, teorías y modelos. Leyes científicas.

¿Qué características debe tener un enunciado para ser considerado una ley? Teorías. Condiciones que deben cumplir las nuevas teorías. Sobre la estructura de las teorías y la decisión entre teorías opuestas. Modelos. El proceso de elaboración de las conclusiones y los resultados de la investigación. ¿Existe realmente el método científico? Literatura citada.

4.-TÉCNICAS DE VERIFICACIÓN DE LAS HIPÓTESIS. La puesta a prueba de las hipótesis. Verificación y refutación. Algunos problemas relacionados con confirmación y refutación de hipótesis. El esquema lógico de la confirmación y la refutación. Asimetría entre verificación y refutación. Técnicas de verificación. La observación. La carga teórica de las observaciones. Los experimentos. La encuesta. Entrevistas personales: cuestionarios: la verificación de las hipótesis en ciencias sociales. La recopilación documental. Fuentes y bibliografía. Técnicas para el registro de las fuentes de información. Estructura/metodología. La información. Interpretación. Fichas. Fichas bibliográficas: fichas temáticas, copia textual, parafraseo, resumen: analizar la información de una manera objetiva e interpretarla. La evaluación de las fuentes. Organización e interpretación de los datos. Formas de interpretación de los datos a partir de la estadística. Realización de un esquema del trabajo de investigación. La comunicación. Los procedimientos durante la investigación. Monografía sobre el estado del conocimiento. El asesoramiento del director o supervisor.

5.-LA GÉNESIS DE LOS DESCUBRIMIENTOS CIENTÍFICOS. Sobre la formulación de hipótesis y teorías. Descubrimiento científico. Relaciones del subconsciente. La importancia de la preparación previa. La elección del tema. Los motivos para investigar. Los factores del descubrimiento. Experimentos fallidos. La originalidad de un descubrimiento. Literatura citada.

Módulo II: La implementación práctica:

6.-PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN. Financiación. La estructura del plan de trabajo. Las partes o requisitos de un plan de investigación. Título del trabajo: planteo del problema. Marco teórico. Hipótesis. Estructura/Metodología. Cronograma. Factibilidad del proyecto. Formación de recursos humanos. Contribución de la investigación propuesta a la tecnología. Contribución de la investigación propuesta a la sociedad y a la economía. Originalidad del trabajo. Impacto ambiental. Curriculum de los miembros del grupo. Evaluación de planes de investigación. Criterios para la evaluación de los trabajos de investigación. La cohesión interna. La cohesión externa. La infraestructura. Primera etapa. Segunda etapa. El problema de la evaluación de la producción científica. La evaluación de los resultados de un proyecto. Desarrollo del conocimiento necesario para alcanzar los objetivos del proyecto. La consolidación del grupo de investigadores. Gerenciamiento del proyecto. Literatura citada.

7.-LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN CIENTÍFICA, SU REGISTRO Y SU APROVECHAMIENTO. Tipos de fuentes de información. Los libros recopiladores de datos. La evolución de las revistas científicas. La búsqueda o barrido bibliográfico. El barrido utilizando las revistas. El barrido utilizando bancos de datos. El archivo y la recuperación de los documentos científicos. La literatura de patentes. El seguimiento del avance científico. La lectura de un artículo de investigación y el archivo y recuperación de su información. Archivo y registro de separatas. Archivo de la información desmenuzada.

8.-TRABAJO EN EL LABORATORIO. Registro del trabajo experimental. Cuaderno de laboratorio. Requisitos del cuaderno de registro. Sugerencias para el registro. Encabezamiento. Objetivo. Registro de mediciones. Instrumentación. Procedimiento. Diagramas. Tablas. Gráficas. Cálculos. Unidades. Conclusiones. Bibliografía. Revisiones periódicas. Copia. Archivo. Libro de equipos.

9.-LA COMUNICACIÓN CIENTÍFICA. Los que publican poco. El problema de redactar un informe. El lenguaje científico. Características de un trabajo científico. Formas de presentación de un escrito: monografía. Comunicación. Actualización. Papel de trabajo. Ponencia. Tesina. Publicación en revistas. Publicación en los medios masivos de comunicación. Tipos de artículos en revistas. Artículos. Notas o comunicaciones cortas. Comunicaciones o informes preliminares. Revisiones. Correspondencia, o cartas al editor. Organización. Título. Información complementaria. Resumen. Palabras clave. Informe completo. Introducción. Sección experimental. Resultados y discusión. Resumen final. Reconocimientos. Referencias. Derechos de autor: El envío del trabajo a publicar. Informes de avance. Patentes. Tesis. El formato de la tesis. Estructura habitual de una tesis. Portada. Agradecimientos. Sumario o Resumen. Prefacio. Índice. Índice de Tablas. Índice de Ilustraciones. Texto. Introducción. Desarrollo. Conclusiones. Recomendaciones. La bibliografía o Materias de referencia. Fuentes Bibliográficas. Fuentes documentales editas. Fuentes documentales inéditas. Anexos o Apéndices. Notas. Publicaciones originadas en el trabajo de la tesis. El estilo de escritura de un informe científico. Citas literales. Abreviaciones. Números. Tablas. Figuras. Citas y referencias bibliográficas. Notas de pie de página. Subtítulos. Conferencias, ponencias en reuniones científicas y defensa de tesis. Transparencias y diapositivas. Ayudas escritas. La alocución. Literatura citada.

10.- ALGUNOS PROBLEMAS RELACIONADOS CON LA PUBLICACIÓN CIENTÍFICA. La inflación de publicaciones científicas. Publicaciones electrónicas. La literatura gris. Publicaciones de segundo grado. La publicación por

conferencia de prensa. Los “colegios invisibles”. La *Papermania*. Una visión diferente de los centros de investigación: el laboratorio de investigación visto como fábrica de artículos científicos. Idioma (¿Publicar o *to publish*?) Empleo de extranjerismos. La regulación de la publicación científica. Los criterios de aceptación de los artículos. La intrusión extracientífica en las publicaciones. El arbitraje. Evitando el juicio por pares. ¿En qué revistas publicar? Cómo determinar el nivel de una revista. Evaluación de la dirección. Evaluación del contenido. Evaluación de desempeño y de aspectos formales. El uso de las publicaciones de segundo nivel para la evaluación de la investigación. Un ejemplo de sesgo: la ciencia de los países subdesarrollados y el SCI. El uso de los indicadores bibliométricos como criterio para evaluar méritos. ¿Puede mejorarse la eficacia del sistema actual de publicaciones? Literatura citada.

11.-CÓMO HACER (E INTERPRETAR) EL CURRÍCULUM VITÆ. El formato del currículum completo. Identificación. Créditos de grado y postgrado. Idiomas. Becas. Antecedentes laborales en investigación y en docencia. Cursos curriculares (de grado) dictados. Cursos de postgrado dictados. Seminarios dictados. Conferencias. Formación de recursos humanos. Becarios dirigidos. Subsidios obtenidos. Publicaciones. Publicaciones en revistas científicas. Artículos enviados pero aún no aceptados. Publicaciones en memorias de congresos. Publicaciones de divulgación. Libros publicados. Capítulos de libros. Participación en congresos, simposios o jornadas científicas. Patentes, Desarrollos y Certificados de Aptitud Técnica. Actuación profesional. Actuación en organismos de planeamiento, promoción o ejecución de ciencia y tecnología. Membresía en asociaciones científicas. Actuación en la organización de eventos científicos. Cursos y seminarios que se tomaron. Funciones directivas universitarias. Otras actividades universitarias. Organización de centros de investigación o tareas conexas. Actividad profesional. Distinciones obtenidas. Jurado de tesis y de concursos. Otras actividades. Literatura citada.

Módulo III: El complemento cultural

12.- LA ÉTICA EN CIENCIA. Responsabilidades del investigador. ¿Puede ser considerada inmoral la ciencia? La responsabilidad del científico en los malos usos de la ciencia y la tecnología. La falta de compromiso de la ciencia con la realidad social (ciencia politizada). Falta de ética en las aplicaciones de la ciencia. Los hábitos que pueden evitar las faltas de ética. La ética en la experimentación con seres humanos. ¿Cómo controlar la experimentación en seres humanos? La validez científica y la validez ética de las investigaciones. Otros temas de ética científica. La malversación de fondos de investigación. Los conflictos de intereses. Literatura citada.

13.-LOS FRAUDES CIENTÍFICOS. INTRODUCCIÓN. La definición de la conducta científica. Tipos de fraude científico y ejemplos históricos. Invención de datos y experimentos enteros. Las encuestas de Burt. Franz Moewus y los orígenes de la biología molecular. Spector y el origen del cáncer. Imanishi-Kari y Baltimore. Un resultado demasiado seguro. Schubert y los quelantes del plutonio. La publicidad subliminal. Galileo Galilei y la experimentación científica. La falsificación de pruebas. El sapo falsificado de Paul Kammerer. Los ratones teñidos de Summerlin. El caso de von Darse. Ninnemnn y los fondos federales de investigación. El hombre de Piltdown. Gupta y los fósiles del Himalaya. Un alfabeto del neolítico. Marx, Engels, la ciencia marxista y cómo hacer decir a las referencias lo que uno quiere. Las hadas de Cottingley. Cavernícolas del siglo XX. Un caso nativo: la crotoxina. Plagios. Los plagios de Soman y Alsabti. Ptolomeo y el sistema egocéntrico. Apropiación de publicaciones ajenas. Gallo y el virus del SIDA. El "acomodamiento" de los datos experimentales. Cómo “inflar” el currículum. Elena Ceausescu: la fabricación de un currículum. Sabotajes. Falsificación de apoyos en una disputa científica. Fraude y deshonestidad. ¿Hay alguna disciplina particularmente vulnerable a los fraudes? ¿Cuán frecuente es el fraude científico? ¿De quién es la responsabilidad por el fraude? ¿Por qué miente el científico? Causas intrínsecas. Causas extrínsecas. La injerencia del poder político. La intrusión de las empresas privadas. Acciones posibles. El problema de detectar los fraudes. ¿Qué puede hacerse? ¿Cuál es el destino de los falsarios? Un ejemplo de las reglas de aplicación en caso de acusación de fraude científico. Literatura citada.

14.-LAS FORMAS DE VER LA REALIDAD. Las formas de conocimiento. El pensamiento subjetivista. El pensamiento mágico. El pensamiento objetivista. La filosofía natural griega y la ciencia. El pensamiento científico actual. Literatura citada.

15.-LAS PSEUDOCIENCIAS. Las pseudociencias. ¿Quiénes creen en las pseudociencias? Los debates entre paracientíficos y científicos. Algunas paraciencias. La homeopatía. El caso Benveniste. La astrología. El espiritismo. Literatura citada.

16.-ANTICIENCIA. Todo es igual, nada es mejor. Irracionalismo. Los orígenes y características de la anticiencia. Mitos y ciencia. ¿Hay una diferencia entre ciencia y mito? Posiciones frente al mito. Los prejuicios y la ciencia. Ideología y verdad. El posmodernismo, *New Age* y la traición a la ciencia. Solipsismo. Literatura citada.

17.-POLÍTICA CIENTÍFICA. Introducción. Sobre la necesidad de una política científica. Importancia de una filosofía de la ciencia para la política científica. Las características de una buena política científica. ¿Dirigismo o liberalismo? Otros temas relacionados con la política científica. Libertad, burocracia y ciencia. Ciencia politizada. La multidisciplinariedad y la

interdisciplinaridad. La financiación de las ciencias. La responsabilidad de los científicos en su incomunicación con la comunidad. Condiciones de la ciencia en los países subdesarrollados. Ciencia y universidad. Evaluación de la producción científica. La situación de la Argentina. La relación entre la comunidad científica y la industria en la Argentina. Conclusión. Literatura citada.

18.-BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA. Sobre las pseudociencias y la anticiencia. Sobre la comunicación en la ciencia. Sobre la ciencia en general. Sobre el método científico. Sobre la escritura de tesis e informes científicos. Sobre información bibliográfica. Sobre ética científica. Sobre el fraude en ciencia. Sobre unidades, definiciones y terminología. Sobre evaluación de la ciencia.