

Estudios originales y rigurosos de interés general que involucren análisis, organización sistemática y reflexionada, explicación teórica y predicciones viables.

Las actitudes de los estudiantes universitarios hacia el fenómeno radiactivo, la energía nuclear y sus aplicaciones

Pliego, Óscar H.;¹ Contini, Liliana;² Odetti, Héctor;²
Güemes, René;² Tiburzi, María del Carmen²

Abstract (*The attitudes of the university students towards the radioactive phenomenon, the nuclear energy and their applications*)

The polysemic concept of "attitude" as well as its most salient features are analysed. Reasons for investigating the role of attitudes towards the topic within a learning/teaching framework are given, considering that: a) attitudes are process-governing factors which can be taught and learned, and so they can be considered as both an effect and an aim in themselves; b) there is little knowledge about the extent to which the general population is able to comprehend these topics; nor is there enough data available regarding students' attitudes and ideas towards them, how they are taught and learned, about technological developments and how they are applied to living creatures, etc. In this work we describe how a Likert's ordinal scale for assessing such attitudes was built and validated. An instrument for previous knowledge evaluation is also presented. Such instruments were administered to a group of students entering University (Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral) and those attending a course on Radioisotopes. The results show a general tendency towards positive attitudes, although the first group showed a lower level of previous knowledge and a higher degree of indifferent attitudes.

Resumen

Se presenta el polisémico concepto de "actitud" y sus características sobresalientes. Se dan las razones para investigar las actitudes en este tema dentro del marco de la enseñanza-aprendizaje, resaltando que: a) actúan como determinantes de los procesos y, como pueden ser aprendidas y modificadas, se constituyen también en un efecto, en un objetivo explícito; b) no se conoce demasiado sobre el nivel de

comprensión de estos temas por parte de la población general y tampoco hay demasiado conocimiento de las ideas y actitudes de los estudiantes hacia ellos, la enseñanza-aprendizaje de los mismos, sobre los desarrollos tecnológicos y la aplicación de éstos a los seres vivos, etc. Se describe la construcción y validación de una escala ordinal de Likert para estimar dichas actitudes. También se presenta un instrumento de evaluación de conocimientos previos sobre el tema en cuestión. Dichos instrumentos se aplicaron a una muestra de alumnos constituida por ingresantes a la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral y estudiantes de un Curso de Radioisótopos. Los resultados muestran una cierta tendencia general de actitudes ligeramente positivas en la muestra de alumnos estudiada aunque el primero de los grupos, además de tener menor nivel de conocimientos, exhibe, en promedio, mayor grado de actitudes indiferentes.

Introducción

Se conocen varias definiciones del concepto "actitud" (Colás Bravo, 1998; Zabala Vidiella, 1995; Hewstone M., citado por Fernández Manzanal, 1997). Se destacan en ellas tres aspectos: el carácter emocional, la obligada referencia a situaciones concretas (objeto, contexto y tipo de acción) y la existencia de una interrelación, de una estructura interna, de manera que la modificación en uno de los componentes produce un cambio en los demás. La existencia de una estructura hace pensar que las actitudes pueden ser detectadas, medidas y modificadas. Sobre esta base pueden reconocerse los componentes cognitivo, afectivo y conductual, los que ajustan favorable o desfavorablemente la predisposición y modulan la acción hacia el objeto.

Las investigaciones sociológicas y psicológicas indican que las actitudes de los humanos tienen, además, las siguientes características: a) se aprenden, de forma directa, por experiencia propia, o bien de manera indirecta, mediante el mecanismo de identificación-rechazo con personas que se admira-aborrece, y siempre por experiencias que modifiquen el estado de conciencia; b) pueden modificarse, cambiando unas por otras, según varíe el contexto; c) en su mayoría, son inconscientes, esto es, se ejecutan sin reflexionar.

El estudio de los componentes afectivo y conductual de las actitudes puede realizarse con el empleo de escalas

¹ Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura. Universidad Nacional de Rosario. Avda. Pellegrini 250. 2000 Rosario. Correo electrónico: pliego@fceia.unr.edu.ar

² Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. Universidad Nacional del Litoral. Ciudad Universitaria Paraje El Pozo. 3000 Santa Fe.

Correo electrónico: hodetti@fbc.unl.edu.ar

Recibido: 17 de junio de 2003; aceptado: 21 de octubre de 2003.

ordinales. La escala propuesta por el psicólogo Rensis Likert, en el año 1932 (Fernández Manzanal, 1997; Polit, 1997; Vázquez Alonso, 1997; Colás Bravo, 1998; Espinosa García, 1998; Martínez Salvá, 1998) es especialmente útil ya que toma en cuenta la amplitud, la consistencia y la intensidad de las respuestas actitudinales. El componente cognitivo del objeto de este estudio puede evaluarse mediante la realización de actividades, como cuestionarios, preguntas cerradas, abiertas, de elección múltiple, de correlación, explicaciones, deducciones, resolución de problemas, diagramas, gráficos, etcétera.

Uno de los temas con alto impacto social es la energía nuclear y sus aplicaciones. Subyace en la sociedad una imagen que relaciona a la energía nuclear y al fenómeno que la produce con el horror, la destrucción, las graves enfermedades y la muerte. Esta imagen puede llevar a producir en los ciudadanos opiniones de alto contenido emocional que, seguramente, no facilitan el análisis racional acerca de la utilidad que, para la sociedad toda, tiene hoy en día el fenómeno radiactivo y sus aplicaciones.

No se conoce demasiado sobre el nivel de comprensión de estos temas por parte de la población general y tampoco hay conocimiento de las ideas y actitudes de los estudiantes hacia ellos, la enseñanza-aprendizaje de los mismos, sobre los desarrollos tecnológicos y la aplicación de éstos a los seres vivos entre otros.

Por todas estas razones, entendemos que nuestros procesos deben aportar al conocimiento y evaluación de las actitudes, de estudiantes y docentes, sobre estos temas para que, desde allí, pueda establecerse la significatividad de los contenidos y promover los cambios curriculares necesarios, para luego escoger y ajustar las estrategias pedagógicas.

Materiales y métodos

Para evaluar los componentes conductual y afectivo se preparó una escala de Likert, instrumento A1, de 30 proposiciones declarativas (PD) referidas a las dimensiones "Imagen Social sobre el Fenómeno Radiactivo" (ISFR), Enseñanza-aprendizaje (EA), Imagen Social de las Ciencias Naturales (ISCN), y Responsabilidad Solidaria (RS) (Pliego, 2001) (Apéndice I). Las proposiciones números 3, 8, 10, 12, 15, 19, 21, 22 y 28, fueron seleccionadas y adaptadas a este tema, a partir de un instrumento preparado por Martínez Salvá (1998); 17 y 26 lo fueron a partir del texto Quim Com de la American Chemical Society (1998) y el resto fueron preparadas expresamente. En la elaboración, los integrantes del grupo tuvieron en cuenta ideas, conocimientos, actitudes y conductas de los alumnos, recogidas durante su experiencia docente y las que se manifestaron en reuniones o entrevistas desarrolladas al efecto. Tal como se recomienda en la bibliografía, la mitad de estas proposiciones se presentaron de

manera positiva y el resto de forma negativa, empleando expresiones claras, lenguaje coloquial y sin tecnicismos (Polit, 1997).

A los efectos de validar el instrumento se aplicó la escala A1 a un grupo de expertos y posteriormente a 60 alumnos (muestra 1) de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral. Esta muestra estaba constituida por 21 ingresantes a la Facultad y por la totalidad de los estudiantes del "Curso Electivo de Radioisótopos". Como elementos de validación se tuvieron en cuenta las opiniones de los expertos y se calculó el coeficiente de correlación de Spearman, entre la respuesta dada a cada PD y la puntuación total de la escala (Fernández Manzanal, 1997).

A partir de los resultados obtenidos se construyó el instrumento A2, con 28 PD, desechando del anterior las proposiciones 5 y 26 y reasignando nuevas dimensiones a las 3 y 28. Posteriormente se administró a una muestra de 118 estudiantes (muestra 2), 39 del mencionado curso y 79 ingresantes.

Para la evaluación del componente cognitivo se preparó un instrumento, denominado C1, con 42 expresiones. A cada una de ellas los estudiantes debían asignarle el carácter de "Verdadera" o "Falsa". Las 30 primeras fueron seleccionadas y/o modificadas desde el texto Quim Com y las restantes fueron confeccionadas con el objeto de completar el conjunto de conocimientos, creencias, etcétera, a evaluar (Apéndice II). A este instrumento se asignó un puntaje total de 10 puntos.

Ambos instrumentos se aplicaron en el primer día de clase, antes de desarrollar ningún contenido temático.

Análisis estadístico: Como medida de tendencia central se utilizó el promedio y para la dispersión la desviación estándar. En todos los casos se probó el ajuste a la distribución normal de las observaciones mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. En los casos en que hubo ajuste, para comparar las puntuaciones medias se utilizó la prueba t y en aquellos en los que no hubo se usó la prueba no paramétrica de Mann Whitney (Conover, 1980; Siegel, 1983; Polit, 1997; Ferrán Aranaz, 2001). El nivel de significación adoptado fue $\alpha = 0,05$ (o bien nivel de confianza de 0.95). Los datos fueron procesados con el software SPSS 10.0 para Windows.

Resultados y discusión

El tiempo máximo empleado por los alumnos para completar los dos instrumentos fue de 40 minutos; durante el desarrollo no se presentaron inconvenientes y todas las expresiones presentadas resultaron claras. A los efectos de asignar categorías de "valoración" a las respuestas obtenidas para las diferentes PD se aplicó el siguiente criterio de división en subintervalos (Pliego, *et al.*, 2003), según la Puntuación Media de cada PD en la muestra, PM(PD).

- Subintervalo de valoración Negativa: $1,00 < PM \leq 2,33$
- Subintervalo de valoración Indiferente: $2,33 < PM \leq 3,67$
- Subintervalo de valoración Positiva: $3,67 < PM \leq 5,00$

Se encontró sólo una respuesta negativa, la correspondiente a la PD 13, que dio como resultado una puntuación media de 1.94. Con puntuación indiferente se observan las PD 3, 7, 10, 17, 22, 24, 25, 27 y 29, cuyos puntajes medios variaron de 2.58 a 3.51 siendo el resto de los PD positivos [$PM(PD) \geq 3.87$]. En el cuadro 1 se informan los valores de $PM(PD)$ con desviación estándar y el subintervalo de valoración correspondiente. Al considerar la puntuación total media, el puntaje obtenido fue de 3.77. Este valor es significativamente mayor que 3.67 ($p = 0.001$) pudiéndose considerar que la actitud general del grupo es positiva frente al fenómeno radiactivo.

Al agrupar las PD en las dimensiones estudiadas se encontró una posición indiferente del grupo frente a la ISFR, siendo para las restantes dimensiones su actitud positiva. Es de destacar que si bien para ISCN, la PM de la dimensión, $PM(D)$, es numéricamente mayor que el valor de corte adoptado para dividir entre valoración indiferente y positiva, 3.67, éste no es estadísticamente diferente de dicho valor ($p = 0.132$). En el cuadro 2 se informan las puntuaciones medias del conjunto que forman todas las proposiciones declarativas de cada dimensión $PM(D)$; estos valores se acompañan de los subintervalos de valoración respectivos como también los intervalos de confianza del 95% correspondientes.

Cuadro 1. Valores de $PM(PD)$ con desviación estándar.

PD	$PM(PD)$	Valoración	PD	$PM(PD)$	Valoración
1	3.90 ± 1.1	positiva	16	3.87 ± 1.0	positiva
2	4.54 ± 0.8	positiva	17	3.30 ± 1.0	indiferente
3	2.89 ± 1.1	indiferente	18	3.69 ± 1.0	positiva
4	4.47 ± 0.9	positiva	19	4.01 ± 1.2	positiva
6	3.69 ± 1.3	positiva	20	4.25 ± 1.1	positiva
7	3.47 ± 1.0	indiferente	21	4.21 ± 1.1	positiva
8	3.91 ± 1.1	positiva	22	3.51 ± 1.1	indiferente
9	4.28 ± 1.0	positiva	23	4.22 ± 0.9	positiva
10	3.13 ± 1.4	indiferente	24	2.96 ± 1.2	indiferente
11	4.44 ± 0.8	positiva	25	2.58 ± 1.1	indiferente
12	3.85 ± 1.0	positiva	27	3.47 ± 1.0	indiferente
13	1.93 ± 0.9	negativa	28	3.42 ± 1.2	indiferente
14	4.25 ± 0.9	positiva	29	4.36 ± 0.8	positiva
15	4.19 ± 0.9	positiva	30	4.76 ± 0.7	positiva

Fue de interés investigar si la valoración de los dos grupos de alumnos era la misma. Por tal motivo se analizaron las $PM(PD)$ separadamente, y se encontró que en ambos grupos la PD No 13 es negativa, aunque el grupo de alumnos del curso de radioisótopos posee una valoración más negativa que los alumnos ingresantes (1.51 y 2.14 respectivamente), lo que estaría indicando en ambos grupos de alumnos, una marcada subvaloración de los aportes que el fenómeno radiactivo realizó para el desarrollo de las ciencias Física, Química, Biología, Bioquímica, Farmacia, Medicina, Ingeniería y otras.

Los **alumnos ingresantes** expresaron actitudes positivas para 15 PD e indiferentes para 12 de ellas. Las PD en las que estos alumnos mostraron una posición indiferentes fueron 3, 6, 7, 10, 16, 17, 18, 22, 24, 25, 27 y 28. Las $PM(PD)$ para estos casos variaron de 2.53 (PD 25) a 3.62 (PD 16). En el resto de las PD las valoraciones fueron positivas, y mayores que 3.80.

El comportamiento de los **alumnos del Curso de Radioisótopos** fue diferente, mostrando actitudes positivas hacia 22 PD y de indiferencia para 5 de las misma. En ellas, las $PM(PD)$ variaron entre 2.67 (PD 25) a 3.33 (PD 17). En el resto de las proposiciones declarativas estos alumnos mostraron una actitud positiva frente al fenómeno analizado. Se obtuvo para estas PD puntuaciones medias mayores que 3.74. Ambos grupos de alumnos coinciden en expresar indiferencia para los enunciados de las PD 3, 10, 17, 24 y 25. Esto significaría falta de opinión de los integrantes de ambos grupos respecto de: a) la seguridad en los desarrollos nucleares; b) quiénes son los encargados de decidir las aplicaciones nucleares, y c) el carácter ético de la investigación científica.

La puntuación total media para el grupo de alumnos ingresantes fue de 3.66, valor que indica que estos alumnos poseen, en general, una actitud indiferente frente al fenómeno radiactivo. Al considerar esta puntuación media general, en los alumnos del curso de radioisótopos, el valor obtenido fue de 3.99, que es significativamente mayor que el valor mínimo del subintervalo de valoración positiva ($p < 10^{-3}$).

Cuadro 2. Puntuaciones medias de las Dimensiones, categorías de valoración e intervalos de confianza.

Dimensión	$PM(D)(x \pm s)$	Valoración	IC 95%
ISFR	$3,48 \pm 0,42$	indiferente	3.40 – 3.56
EA	$4,03 \pm 0,57(*)$	positiva	3.93 – 4.13
ISCN	$3,73 \pm 0,55 (*)$	positiva	3.63 – 3.83
RS	$3,82 \pm 0,50(*)$	positiva	3.72 – 3.91
Total	$3,77 \pm 0,36(*)$	positiva	3.70 – 3.84

$PM(PD)$: Puntuación media de proposición declarativa.

IC 95%: intervalo de confianza del 95%. Para la puntuación media.

(*) significativamente mayores que 3.67 ($p < 10^{-3}$)

Al agrupar las PD en las cuatro dimensiones estudiadas, tanto el grupo de alumnos ingresantes como los del curso de radioisótopos mostraron una actitud indiferente frente al ISFR. Los valores PM para la ISFR (3.38 para los ingresantes y 3.66 para los del curso de radioisótopos) confirman las hipótesis previas en cuanto a que el fenómeno radiactivo y la energía nuclear presenta en la sociedad una imagen que al menos podríamos definir como “dudosa”. El carácter indiferente expresado por los alumnos ingresantes para la dimensión ISCN, pueden deberse al escaso grado de formación en ciencias. Ambos grupos se expresan positivamente en cuanto a las dimensiones EA y RS. Los resultados correspondientes a estas valoraciones se resumen en el cuadro 3.

Por otra parte analizando el instrumento C1 la calificación promedio alcanzada por el grupo de ingresantes fue de 5.52 ± 0.98 . El grupo correspondiente al Curso de Radioisótopos obtuvo para este instrumento un puntaje medio de 6.36 ± 0.93 . Estos valores muestran que, en promedio, la nota alcanzada por el grupo de alumnos que comenzaron el Curso de Radioisótopos es significativamente mayor que la de alumnos ingresantes ($p < 10^{-3}$). Si se utiliza la nota alcanzada por los alumnos como un indicador de conocimientos, esto es, a mayor nota mayor conocimiento, y se comparan los puntajes promedios generales obtenidos en las proposiciones declarativas del instrumento A2, por los alumnos agrupados según su conocimiento general (ingresantes: 3.66 o alumnos del curso de radioisótopos: 3.99) se podría inferir que los alumnos con mayores conocimientos del tema poseen una actitud más positiva frente al fenómeno radiactivo que aquellos con menor conocimientos ($p < 10^{-3}$).

Cuadro3. Puntuaciones medias de cada dimensión, categorías de valoración e intervalos de confianza.

Alumnos ingresantes (n = 79)			
Dimensión	PM(D)	IC 95%	Valoración
ISFR	3.38	3.29 – 3.48	indiferente
EA	3.87 (*)	3.75 – 3.99	positiva
ISCN	3.64	3.51 – 3.76	indiferente
RS	3.72 (*)	3.60 – 3.83	positiva
Alumnos curso radioisótopos (n=39)			
Dimensión	PM(D)	IC 95%	Valoración
ISFR	3.66	3.54 – 3.79	indiferente
EA	4.34 (*)	4.19 – 4.49	positiva
ISCN	3.91 (*)	3.75 – 4.07	positiva
RS	4.02 (*)	3.88 – 4.16	positiva

PM(D): puntuación media de dimensión, IC 95%: intervalo de confianza del 95% para la puntuación media. (*) significativamente mayores que 3.67 ($p < 0^{-3}$).

Conclusiones

La metodología utilizada ha permitido construir un instrumento de valoración de actitudes hacia el fenómeno radiactivo, la energía nuclear y sus aplicaciones, simple de responder y de evaluar. En general los alumnos presentan una actitud positiva frente al fenómeno radiactivo aunque aquellos con mayor nivel de conocimientos presentaron una puntuación media mayor en sus proposiciones declarativas, lo que podría estar indicando que el nivel de conocimiento acerca del tema produce un grado de actitud positiva hacia el fenómeno radiactivo.

Se encontró que, independientemente del nivel de conocimientos, los alumnos muestreados poseen una actitud negativa frente a los aportes que el fenómeno radiactivo realizó para el desarrollo de algunas ciencias.

También nos preocupa la indiferencia de ambos grupos en la ISFR. Estas conclusiones nos ponen de manifiesto que existen “vacíos” durante la supuesta “alfabetización científica” que trae como consecuencia una limitación a la hora de opinar o votar como ciudadanos frente a la problemática de la energía nuclear. ■

Bibliografía

American Chemical Society, *Quim Com. Química para la comunidad*, Addison Wesley Iberoamericana, segunda edición, México, 1998, p. 272 - 274.

Colás Bravo, M.P.; Buendía Eisman, L., *Investigación educativa*, Alfar, Sevilla, España, 1998, p. 214-220.

Conover, W.J., *Practical Nonparametric Statistics*, 2nd edition, John Wiley & Sons, New York, 1980, p. 213-250, 344-556.

Fernández Manzanal, Ch.; Cólera, I.I.; Gil Quílez, M.J.; Hueto Pérez de Heredia, A.; Martínez Peña, B.; Pascual Alfaro, E., Elaboración y validación de una escala de Likert para medir actitudes sobre el uso del agua entre alumnos de secundaria, *Enseñanza de las Ciencias*, número extra. V Congreso, 371-372, 1997.

Ferrán Aranaz, M., *SPSS para Windows. Análisis estadístico*, Mc Graw-Hill, Interamericana de España, SAU, 2001, p. 19-49, 77-83.

Martínez Salvá, F.A.; Latorre, A., La alfabetización científica de personas adultas: un enfoque comunicativo, *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (2), 251-260, 1998.

Pliego, O.H., Las actitudes sobre el fenómeno radiactivo y la energía nuclear. Diseño de investigación en el contexto de los proyectos educativos integrales, *Anuario Latinoamericano de Educación Química*, XIV (XIV), 34-39, 2001.

Pliego, O.H.; Rodríguez, C.S.; Carbo, M.I.; Pereto, N.; Odetti, H.S., Evaluación de las actitudes hacia la Química de los estudiantes de las carreras de Ingeniería de no-proceso: validación del instrumento. *Anuario Latinoamericano de Educación Química*, XVI (XVI), 150-156, 2003.

Polit, D.; Hungler, B., *Investigación Científica en Ciencias de la Salud*, Mc Graw Hill Interamericana, México, 1997, p. 285-288.

Siegel, Sidney, *Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta*, Editorial Trillas, México, 1983, p. 56-83, 143-155, 226-248.

Vazquez Alonso, A.; Manassero Más, M.A., Una evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia, *Enseñanza de las Ciencias*, 15(2), 199-213, 1997.

Zabala Vidiella, A., *La práctica educativa*, Colección El Lápiz, Buenos Aires, 1995, p. 28-29.

APÉNDICE I

Instrumento de reconocimiento y valoración de actitudes relacionadas con la energía nuclear, el fenómeno radiactivo y sus aplicaciones

Este instrumento está diseñado para recoger y valorar tus actitudes hacia la temática nuclear y sus aplicaciones. Tu participación será anónima, confidencial, reservada y no afectará en absoluto tus notas y concepto como estudiante. Si decides colaborar con esta investigación:

a. Completa los siguientes datos:

Edad: _____ Sexo: _____ Fecha del día de hoy: _____
 Estudios secundarios: _____ Título: _____ ; Instituto que lo otorgó: _____
 Localidad: _____ Provincia: _____
 Estoy cursando el _____ año de la carrera de _____
 Trabajo: Sí ¿en que actividad? _____ No (si no trabajas tacha la palabra sí) _____

b. Lee atentamente cada una de las siguientes 30 proposiciones. Usando un círculo señala en cada caso la opción que tú crees que más corresponde con tus propios sentimientos. Las opciones responden a las siguientes categorías:

AT: acuerdo total, AP: acuerdo parcial, I: indeciso/indecisa, DP: desacuerdo parcial, DT: desacuerdo total.

Debes dar una sola respuesta para cada proposición; si deseas anular una respuesta para cambiarla por otra, tacha con una cruz y vuelve a contestar. Ante alguna duda consulta con el docente. No existen respuestas correctas o incorrectas; necesitamos conocer tu opinión sincera sobre cada proposición.

Instrumento A1. Proposiciones declarativas para la evaluación de los componentes afectivo y conductual de las actitudes referentes al fenómeno radiactivo, la energía nuclear y sus aplicaciones

- | | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|---|----|----|
| 1.- Se deberían prohibir las investigaciones de los fenómenos nucleares. | AT | AP | I | DP | DT |
| 2.- Los científicos, medios de comunicación, centros educativos y culturales, deberían divulgar y favorecer la comprensión de estos temas. | AT | AP | I | DP | DT |
| 3.- Me siento inseguro/a y en peligro por los desarrollos nucleares. | AT | AP | I | DP | DT |
| 4.- Con sus desarrollos, las ciencias física, química y biología han aportado al mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos. | AT | AP | I | DP | DT |
| 5.- No pienso ingerir alimentos sometidos a radiaciones nucleares. | AT | AP | I | DP | DT |
| 6.- La comprensión de este tema está reservada a personas muy inteligentes. | AT | AP | I | DP | DT |
| 7.- Las aplicaciones del fenómeno radiactivo han mejorado la calidad de vida de las personas. | AT | AP | I | DP | DT |
| 8.- El fenómeno radiactivo y la energía nuclear son del tipo de descubrimientos que se producen frecuentemente y hay que aceptarlos sin muchas preocupaciones. | AT | AP | I | DP | DT |
| 9.- No me interesa leer artículos, ver videos y películas sobre este tema. | AT | AP | I | DP | DT |
| 10.- Solamente los científicos pueden decidir sobre las aplicaciones de este fenómeno. | AT | AP | I | DP | DT |
| 11.- La investigación científica es creciente y produce aceleración tecnológica. | AT | AP | I | DP | DT |
| 12.- Tengo la responsabilidad de informarme sobre las investigaciones nucleares. | AT | AP | I | DP | DT |
| 13.- Las aplicaciones del fenómeno radiactivo contribuyeron al desarrollo de las ciencias. | AT | AP | I | DP | DT |
| 14.- Me informaré y estudiaré para formarme una opinión responsable. | AT | AP | I | DP | DT |
| 15.- Como ciudadano tengo derecho a opinar sobre las aplicaciones. | AT | AP | I | DP | DT |
| 16.- El fenómeno radiactivo es algo que no trae más que riesgos y problemas a la humanidad. | AT | AP | I | DP | DT |
| 17.- El mundo debería aumentar su dependencia nuclear para generar electricidad. | AT | AP | I | DP | DT |

18.- En el curriculum de las carreras se deberían incluir un enfoque histórico, los avances, el enfoque social involucrado y los aspectos éticos.	AT	AP	I	DP	DT
19.- Dar mi opinión es poco útil, no tiene mucho valor.	AT	AP	I	DP	DT
20.- Los científicos son seres ermitaños que trabajan para satisfacer sus intereses.	AT	AP	I	DP	DT
21.- Las decisiones, en cuanto a las aplicaciones del fenómeno radiactivo en personas, deberán tomarlas, de común acuerdo, científicos, políticos, gobierno, ciudadanos.	AT	AP	I	DP	DT
22.- Trataré de convencer a las personas más importantes y próximas a mí de dar públicamente nuestra opinión.	AT	AP	I	DP	DT
23.- Para afianzar mi aprendizaje desearía realizar prácticas con isótopos radiactivos y la supervisión de un docente autorizado.	AT	AP	I	DP	DT
24.- El dinero dedicado a la investigación de los fenómenos nucleares debería destinarse a cuestiones de mayor interés (salud, alimentos, etc.).	AT	AP	I	DP	DT
25.- Actualmente la investigación científica se desarrolla independientemente de la opinión pública y de sus valores éticos.	AT	AP	I	DP	DT
26.- Sean cuales sean los riesgos, las plantas de energía nuclear son necesarias para que el mundo continúe funcionando y dependa en menor grado del petróleo.	AT	AP	I	DP	DT
27.- Las aplicaciones del fenómeno radiactivo están relacionadas con la vida cotidiana.	AT	AP	I	DP	DT
28.- Participaré en reuniones, debates, etc., para esclarecer el tema en público.	AT	AP	I	DP	DT
29.- No debería haber ningún curso de radioisótopos en la carrera.	AT	AP	I	DP	DT
30.- Las actividades nucleares, como cualquier otra actividad industrial, generan residuos los que deberán ser controlados adecuadamente.	AT	AP	I	DP	DT

APÉNDICE II

Instrumento C1. Evaluación de conocimientos sobre el fenómeno radiactivo, la energía nuclear y sus aplicaciones

Responde lo que sigue de la siguiente forma: si crees que lo que dice es correcto encierra en un círculo la letra “V”, y si, por el contrario, crees que lo expresado es incorrecto, encierra en un círculo la letra “F”.

1.- El átomo es la partícula más pequeña en la naturaleza.	V	F
2.- Los filtros de los purificadores de aire caseros pueden contener materiales radiactivos.	V	F
3.- Los materiales radiactivos y la radiación no son naturales. No existían en el mundo hasta que los crearon los científicos.	V	F
4.- Toda radiación causa cáncer.	V	F
5.- Casi todo el espacio que ocupa un átomo está vacío.	V	F
6.- Los sentidos humanos pueden detectar la radiactividad.	V	F
7.- Los desechos nucleares están inicialmente “calientes” en cuanto a temperatura y a radiactividad.	V	F
8.- Todos los átomos de un elemento dado son idénticos.	V	F
9.- La radiación nuclear puede servir para limitar la incidencia del cáncer.	V	F
10.- Las personas varían ampliamente en cuanto a su capacidad para absorber radiación “sin peligro”.	V	F
11.- En las armas nucleares, cantidades pequeñas de materia se convierten en cantidades inmensas de energía.	V	F
12.- El cuerpo humano contiene, de manera natural, material radiactivo.	V	F
13.- El “tubo” del televisor emite radiaciones.		
14.- Las formas radiactivas y no radiactivas de un elemento tienen las mismas propiedades químicas.	V	F
15.- Las células que se dividen con más rapidez son más sensibles a la radiación que las que lo hacen más despacio.	V	F
16.- Los médicos emplean elementos radiactivos para diagnosticar y tratar ciertas enfermedades.	V	F
17.- Los rayos X, de uso médico, implican riesgos potenciales además de beneficios.	V	F

18.- Las plantas nucleares son las únicas plantas de energía eléctrica que crean riesgos graves para la salud pública y el entorno.	V	F
19.- Hasta la fecha, nadie ha muerto a causa de la radiación liberada por plantas de energía nuclear.	V	F
20.- Una planta de energía nuclear mal operada puede explotar como un arma nuclear.	V	F
21.- La diferencia principal entre una planta de energía nuclear y una planta de energía eléctrica que consume combustible fósil (gas, gasoil, fueloil, etc.) es el combustible que se emplea para hacer hervir agua.	V	F
22.- Algunos desechos nucleares deben almacenarse durante cientos de años para impedir que escape radiactividad peligrosa hacia el entorno.	V	F
23.- Si el período de semidesintegración de una sustancia radiactiva es de 6 horas, se desintegrará totalmente en 12 horas.	V	F
24.- La mayor parte de la radiación producida por el hombre proviene de las plantas de energía nuclear.	V	F
25.- Algunos países han prohibido la construcción de nuevas plantas de energía nuclear.	V	F
26.- Los desechos nucleares se pueden neutralizar o hacer no radiactivos.	V	F
27.- Las plantas de energía nuclear producen material que podría convertirse en armas nucleares.	V	F
28.- Una planta de energía nuclear consume una masa de combustible mucho más pequeña que una planta alimentada con combustible fósil.	V	F
29.- En nuestro país existen almacenamientos de desechos radiactivos a largo plazo.	V	F
30.- La velocidad de desintegración radiactiva puede disminuirse mediante enfriamiento.	V	F
31.- Actualmente se usan radiaciones para la conservación de los alimentos.	V	F
32.- Los aparatos de rayos X, de uso médico, usan fuentes radiactivas.	V	F
33.- En la ducha de nuestros cuartos de baño hay radiactividad.	V	F
34.- Nuestros alimentos (carne, leche, agua, legumbres, etc.) contienen radiactividad.	V	F
35.- Actualmente usamos jeringas y material médico descartable que se han expuesto a radiaciones nucleares.	V	F
36.- La energía del universo es de origen nuclear.	V	F
37.- A partir de una fuente radiactiva emergen radiaciones alfa, beta y gamma.	V	F
38.- Por cálculo, podríamos conocer exactamente la energía que se liberará en una explosión nuclear.	V	F
39.- En los tratamientos de radioterapia, la persona enferma debe ser expuesta a ciertas radiaciones nucleares; luego del tratamiento, las personas quedan radiactivas.	V	F
40.- En los trabajos de investigación de laboratorio y en los ensayos de las explosiones nucleares, los científicos tomaron todas las precauciones necesarias.	V	F
41.- No hay riesgo alguno para la salud si las personas se exponen a radiaciones por debajo del valor máximo aceptado por los organismos de radioprotección.	V	F
42.- El público fue debidamente informado acerca del desarrollo de las investigaciones nucleares que llevaron a la fisión nuclear y a la bomba atómica.	V	F