

Otras polémicas científicas en la formación docente

Claudia Caballero
Agustín Rela

**Otras polémicas científicas
en la formación docente**

*Ocho casos actuales más con propuestas
de tratamiento en el aula*

Volumen 2

Colección En las aulas
Serie Grandes temas

 **Lugar**
Editorial

Agradecimientos

Rela, Agustín

Otras polémicas científicas en la formación docente : ocho casos actuales más con propuestas de tratamiento en el aula, vol. 2 / Agustín Rela ; Claudia Caballero. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Lugar Editorial, 2017.

136 p. ; 23 x 16 cm. - (En las aulas. Grandes temas)

ISBN 978-950-892-534-3

1. Educación Científica. I. Caballero, Claudia II. Título

CDD 370

Edición y corrección: Mónica Erlich
Diseño de tapa e interior: Silvia C. Suárez

© Claudia Caballero, Agustín Rela

Agradecemos a la Fundación El Libro cuya mención honorífica para el premio Isay Klasse de 2013 fue un gran estímulo para la concreción de este segundo tomo.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este libro, en forma idéntica o modificada y por cualquier medio o procedimiento, sea mecánico, informático, de grabación o fotocopia, sin autorización de los editores.

ISBN: 978-950-892-534-3

© 2017 Lugar Editorial S. A.

Castro Barros 1754 (C1237ABN) Buenos Aires

Tel/Fax: (54-11) 4921-5174 / (54-11) 4924-1555

E-mail: lugar@lugareditorial.com.ar / info@lugareditorial.com.ar

www.lugareditorial.com.ar

facebook.com/lugareditorial

Queda hecho el depósito que marca la ley 11.723
Impreso en la Argentina – *Printed in Argentina*

Prólogo

Los autores

Presentamos una segunda colección de ocho nuevos temas polémicos de las ciencias naturales, esta vez algo más enlazados con la problemática social.

Leemos:

Simplicidad de la matemática.

“Existe una opinión muy generalizada según la cual la matemática es la ciencia más difícil cuando en realidad es la más simple de todas. La causa de esta paradoja reside en el hecho de que, precisamente por su simplicidad, los razonamientos matemáticos equivocados quedan a la vista. En una compleja cuestión de política o arte, hay tantos factores en juego y tantos desconocidos o inaparentes, que es muy difícil distinguir lo verdadero de lo falso. El resultado es que cualquier tonto se cree en condiciones de discutir sobre política y arte –y en verdad lo hace– mientras que mira la matemática desde una respetuosa distancia.”

Ernesto Sabato, *Uno y el universo*, 1945

El autor de *El túnel* nos muestra que las ciencias sociales se prestan a la oposición de las opiniones más diversas, todas ellas respetables en razón de su complejidad, la que desautoriza toda pretensión de verdad.

Las discusiones de científicos y especialistas, y las del periodismo y el público, son de interés para los docentes en formación y en ejercicio, así como para sus alumnos actuales o futuros, tanto por la ayuda que representan esas polémicas en el estudio de las ciencias básicas, como por sus lazos con la problemática social y política contemporánea. En esta obra se citan fuentes, se resumen discusiones, se proponen formas de tratamiento de los temas en clase y se reúnen varios

aportes de las polémicas científicas y sociales a la formación docente y a la enseñanza de las ciencias naturales.

A diferencia de numerosas y muy buenas publicaciones científicas y escolares nos hemos propuesto incluir visiones variadas, y hasta opuestas, de cada tema, las que reflejan polémicas que abarcan el campo de los especialistas, el político y también el de los medios de información y la opinión pública. La práctica pedagógica muestra que hay manera de abordar las discusiones con respeto y seriedad científica, en contra de cuidadosas prácticas elusivas que no solo disminuyen el interés y el valor de las ideas, sino que ni siquiera representan un resguardo contra posibles conflictos.

Aunque damos aquí, en algunos casos, nuestras opiniones personales sobre los temas polémicos –expuestos especialmente cuando existe un acuerdo generalizado de la comunidad científica al que se enfrentan posiciones de grupos divergentes escasamente informados–, nos manifestamos a la vez en contra de la pretensión de forjar ideas definitivas en los alumnos y alumnas; no solo porque estarían sujetas, de todos modos, a los veloces cambios científicos, políticos y sociales que se viven, sino especialmente por el efecto paralizante que tienen sobre el aprendizaje. En cambio, hemos buscado un enfoque científico, tecnológico, social y cultural –el de los llamados contenidos CTS– en procura de la profundización del conocimiento y el desarrollo de la responsabilidad. Creemos que las discusiones sirven de base para la profundización del estudio, la búsqueda de fuentes independientes de información, el desarrollo del espíritu crítico, la convivencia con personas que profesan diferentes creencias y opiniones, las decisiones ciudadanas responsables, el voto fundado, y el saber creativo en favor del interés comunitario.

Al escribir este libro pensamos en profesores y profesoras en formación –esto abarca, naturalmente, a todos los docentes, también a los que se encuentran en ejercicio– de todos los niveles, especialmente los de la enseñanza media y la elemental. Indirectamente, a través de las actividades sugeridas, se pretende llegar también a los estudiantes. Y no se descarta que la obra interese, por su carácter polémico, a un público curioso de mayor amplitud.

1. Diagnósticos con técnicas inocuas y no ionizantes

Los diagnósticos invasivos, como los que emplean rayos X y gamma, se reemplazan cada vez más por los inocuos de resonancia magnética nuclear (los que, a pesar de su nombre, no emplean energía nuclear ni sus radiaciones). La diferencia de riesgos ¿justifica el costo de esos equipos? Esa técnica ¿es absolutamente inofensiva como se proclama y no entraña riesgos en absoluto? ¿Qué efectos tienen sobre el cuerpo humano los campos magnéticos muy intensos? La averiguación de datos y el estudio de los conceptos asociados a esa técnica ayuda a la toma de decisiones responsables.

● Significado de la palabra nuclear

El diccionario de nuestra lengua no pretende definir con rigor cada palabra, sino que apenas recoge los significados más comunes que les da la gente, sean o no aceptados por los especialistas, o por las personas más cultas y estudiosas. Pero en este caso, felizmente, ambos ámbitos armonizan:

nuclear. 1. adj. Perteneciente o relativo al núcleo. 2. adj. Fís. Perteneciente o relativo al núcleo de los átomos. 3. adj. Perteneciente o relativo a la energía producida por reacciones atómicas de fusión o fisión. 4. adj. Que emplea energía nuclear. Véase arma nuclear, combustible nuclear, combustión nuclear, desintegración nuclear, energía nuclear, escisión nuclear, explosión nuclear, fisión nuclear, fragmentación nuclear, fusión nuclear, medicina nuclear, reactor nuclear. (*Real Academia Española*.)

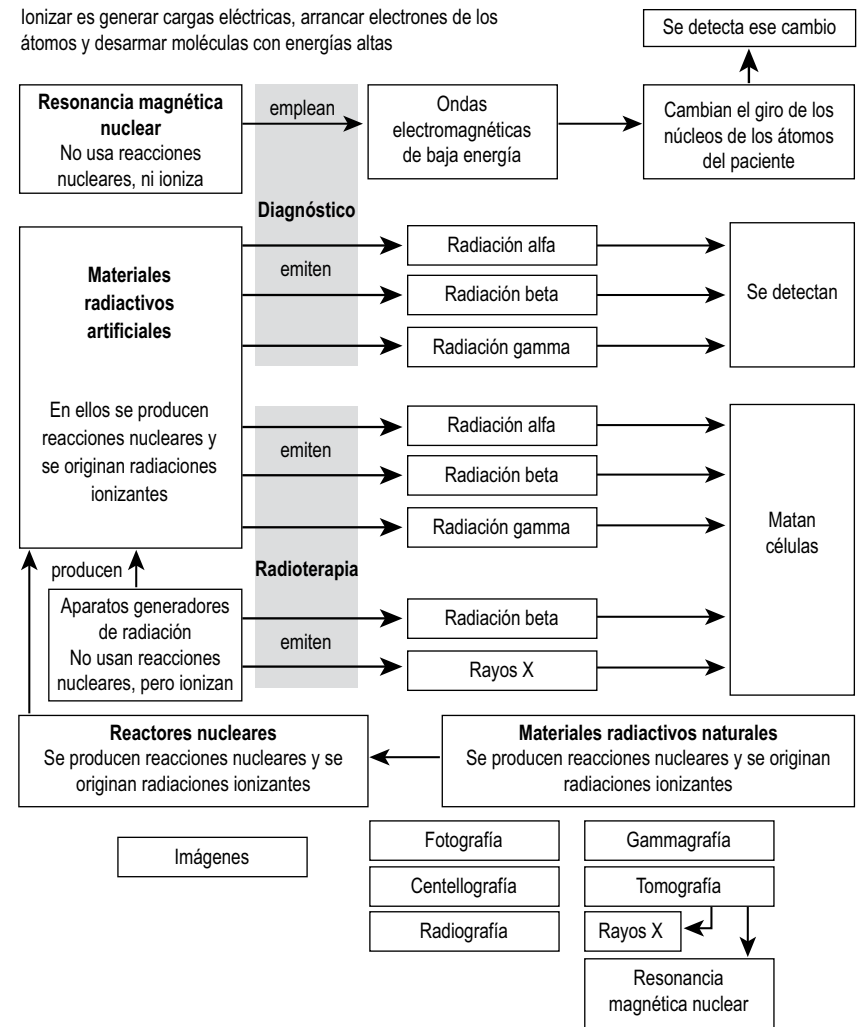
Como vemos, la palabra nuclear evoca las explosiones y las reacciones de división o de unión que ocurren en los núcleos de los átomos.

Pero en la *resonancia magnética nuclear* no se produce ninguno de esos fenómenos, y la palabra se emplea en su primera acepción. Nuclear es lo relacionado con el núcleo¹; en particular, con el núcleo atómico².

● Cuadro de ubicación

El diagnóstico médico basado en la obtención de imágenes por medios inocuos para el organismo se relaciona con otras técnicas de diagnóstico que sí irradian al paciente, o lo someten a acciones que entrañan riesgos, y que en algunos casos producen daño, aunque ese inconveniente sea preferible al problema mayor que significaría no examinarlo.

Las herramientas de diagnóstico se vinculan también con las terapias o tratamientos. Por ejemplo, los rayos X sirven para examinar el interior del cuerpo, y también para curar algunas dolencias. Los rayos X ionizan (véase el capítulo 3 del libro anterior) la materia, y las radiaciones nucleares son, también, ionizantes. Los materiales nucleares tienen, además de las aplicaciones médicas, las energéticas, entre otras. Para ubicar el tema de este capítulo y distinguirlo entre tantos otros que mencionamos, puede ser útil el siguiente cuadro.



- 1 En biología la palabra nuclear significa, a menudo, relacionado con el núcleo de la célula.
- 2 Contó el físico Humberto Gerola que mientras estudiaba en Roma compartía en alquiler una pequeña vivienda con algunos de sus discípulos. Muy interesados en la física, habían improvisado en la casa un pequeño laboratorio en el que repetían y profundizaban lo que habían experimentado en sus cursos. Los vecinos, temerosos, llamaron a la policía, la que se presentó un día y les preguntó:
 - ¿Es cierto lo que dicen los vecinos? ¿Tienen ustedes aquí un laboratorio? ¿Qué hacen en él?
 - Le aseguramos que nada peligroso, oficial. Por ejemplo medimos la constante universal de los gases, y determinamos la masa atómica de algunos...
 El oficial, apenas oyó la palabra atómica, les ordenó cerrar el laboratorio. Es que, como a mucha gente sin estudios específicos (especialmente en el pasado siglo XX), las palabras atómico y nuclear le evocaron la guerra.

● Propuesta didáctica

La complejidad del tema presente establece una mayor distancia entre los conocimientos y las opiniones, al punto de que la exploración de los conceptos preexistentes podría fracasar como instrumento didáctico clásico, ya que algunos estudiantes carecen de ideas previas

desarrolladas sobre este particular. Es posible que hayan oído hablar, por ejemplo, de los rayos X, pero no de otras técnicas más avanzadas de diagnóstico que ya tienen muchos años de aplicación. Sin embargo, a poco de recibir información primaria, o de buscar otra avanzada, hallaremos que se forman inmediatamente opiniones útiles para un debate, asociadas a los aspectos de interés, diferentes para cada alumno o alumna.

Nuestro plan consiste, en este caso, en exponer información, pedir su ampliación mediante búsquedas, ofrecer lecturas con opiniones divergentes y proponer una discusión. Como consecuencia del debate se hará necesario profundizar los conocimientos de acuerdo con los diversos intereses despertados y comprobar la consistencia de datos; ese es el núcleo de nuestra propuesta³.

En la actualidad las investigaciones básicas y aplicadas superan en mucho las de los siglos anteriores, al extremo de que ya no hay trabajos importantes a cargo de una sola persona, o de pocas. Por ejemplo, el premio Nobel de Medicina de 1979 se otorgó, en conjunto, al físico Allan M. Cormack y al ingeniero electrónico Godfrey N. Hounsfield, por su desarrollo del tomógrafo axial computarizado. Ese aparato dio lugar a una muy útil herramienta de diagnóstico médico: la tomografía axial computarizada de resonancia magnética nuclear, largo e impresionante nombre, cuyos fundamentos explicaremos en este capítulo. Por el desarrollo de ese instrumento el químico Paul C. Lauterbur y el físico Sir Peter Mansfield obtuvieron el Premio Nobel, también el de Medicina, en 2003.

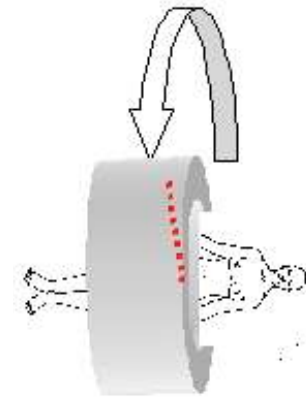
Radioterapia

Esa técnica, llamada también *rayos*, consiste en exponer el tumor del paciente a la radiación proveniente de una fuente radiactiva, la de un acelerador, o la de un equipo de rayos X especial, diferente de los

3 Como en todos los casos en que se recogen las ideas de los estudiantes, o el resultado de sus tareas de búsqueda, aparecen con frecuencia preguntas que el docente no está en condiciones de responder al instante. Es que hace mucho que ha terminado la época en la que la enseñanza consistía solo en que la persona que sabía transmitía sus conocimientos a la que aún ignoraba. El estudio es hoy una tarea más compleja y laboriosa, que trasciende el mero acto de transvasar saberes. El docente debe estudiar, muchas veces, a la par de sus alumnos y alumnas, y con la ayuda de ellos y ellas, no menos importante que la recíproca que le permite brindar su adultez y experiencia.

que se usan para radiografías, que produce rayos de mayor energía y poder de penetración.

A veces los equipos son rotativos y emiten un haz de radiación delgado y móvil; de esa manera se quemaba solamente el tumor, y los tejidos vecinos resultan menos afectados, porque los rayos pasan poco tiempo por cada costado, y están, en cambio, todo el tiempo sobre el tumor. Sigmund Freud, hoy más conocido por sus trabajos en psiquiatría, fue uno de los iniciadores de la radioterapia en Viena⁴.

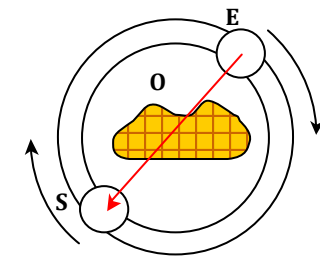


Tomografía axial computarizada

La *tomografía*, de *tomo*, cortar, y *grafía*, dibujo, es la obtención de imágenes internas de un cuerpo, como si se lo cortara en rebanadas. *Axial* significa en la dirección del eje. En el caso de un paciente, las rebanadas gráficas corresponden a cortes perpendiculares al eje mayor del cuerpo⁵. Computarizar es calcular con computadora.



A diferencia de las radiografías comunes que obtienen imágenes de una vez, por transparencia fotográfica a los rayos, las de la tomografía computada resultan de explorar el cuerpo con haces delgados de radiación, en muchas direcciones



4 Freud murió de cáncer de mejilla que resultó de la evolución de una úlcera que le había causado la boquilla de su pipa, con la que aparece en muchas fotografías de la época, y que se convirtió (como la de Sherlock Holmes, el personaje de Conan Doyle) en un símbolo de su persona.

5 Es casi innecesario aclarar que el paciente queda entero después de este examen. No se lo corta verdaderamente en rodajas; solo se obtienen imágenes internas de su cuerpo, que resultan de mediciones y de cálculos.



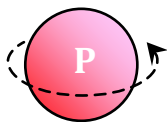
¡Resuelvan esas cien mil ecuaciones en una milésima de segundo!

atenuarlo. Si el rayo se aplicara en una sola dirección, no se sabría cuál fue la contribución a esa atenuación de cada una de las tantas celdas individuales que atravesó el rayo en su camino. Pero si el haz gira, o se traslada, barre el objeto; y con eso se obtienen, por ejemplo cien mil datos. Se pueden plantear entonces, cien mil ecuaciones con cien mil incógnitas, resolverlas matemáticamente, saber qué hay dentro del objeto y representarlo gráficamente.

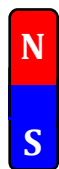
El matemático J. Radon ya había resuelto ese atractivo problema en 1925, e incluyó el tratamiento de las inevitables imprecisiones de medición y de cálculo. Pero para llevar su idea a la práctica, hubo que esperar hasta 1980, cuando se desarrollaron computadoras apropiadas.

La técnica descrita es invasiva, porque el exceso de rayos X daña los tejidos humanos. Pero en pocos años la tomografía computada se asoció con otra herramienta de diagnóstico que no usa radiaciones peligrosas, ni daña los tejidos, y se basa en una propiedad magnética de las partículas atómicas que componen el objeto de estudio. Es la RMN (NMR en inglés), *resonancia magnética nuclear*.

Resonancia magnética nuclear



El núcleo de un átomo de hidrógeno se comporta como un diminuto imán.



Los átomos que, como el hidrógeno, tienen un único protón en sus núcleos, o un número impar de ellos (como el carbono 13, o el fósforo 31), tienen un *espín* diferente de cero. El espín es una propiedad de las partículas que la física cuántica asocia con un movimiento de giro.

Las partículas cargadas eléctricamente y que giran se comportan como pequeños imanes, o dipolos, y se orientan

cruzadas. El emisor rotativo *E* de la figura emite, por ejemplo, rayos X, que atraviesan el objeto *O*, y recibe, disminuidos en su intensidad, el sensor *S*, enfrentado con el emisor, y también giratorio.

Se supone esa sección del objeto dividida en regiones imaginarias, por ejemplo celdas cuadradas de un milímetro. Cada celda que atraviesa el rayo, según su opacidad a los rayos X, contribuye a

en presencia de un campo magnético. En esas condiciones, con los giros (llamados *espines*) orientados en el campo, se aplican ondas electromagnéticas al objeto que se estudia. Según la frecuencia de estas ondas, los núcleos las absorben, o las dejan pasar. La frecuencia exacta a la que ocurre la absorción depende de lo que haya en las vecindades de los núcleos, por ejemplo, otros núcleos de otros átomos, iguales o diferentes. Así, con el estudio de la absorción de la radiación de diferentes frecuencias se sabe con precisión qué sustancias químicas hay en cada punto de una muestra.

Como los tejidos no sufren daños, que se sepa, por los campos magnéticos, ni por las radiaciones empleadas, de frecuencia relativamente baja, la técnica de tomografía axial computarizada de resonancia magnética nuclear permite diagnósticos que no causan los daños que sí pueden producir las ondas electromagnéticas ionizantes y de frecuencias altas, como los rayos X. Esta técnica revolucionó el diagnóstico médico, y hoy todos los centros importantes de salud tienen uno o más de esos aparatos, o trabajan en colaboración con otro instituto que los tenga.

La resonancia magnética nuclear, aunque incluye la palabra nuclear en su nombre, nada tiene que ver con las reacciones nucleares, que son aquellas en las que los núcleos se dividen o se unen, y de esas transformaciones resultan radiaciones de partículas y de ondas, de valor terapéutico a veces. Por el contrario, la resonancia magnética nuclear es solo una técnica de diagnóstico que no cura ni empeora, ya que las radiaciones que utiliza son de

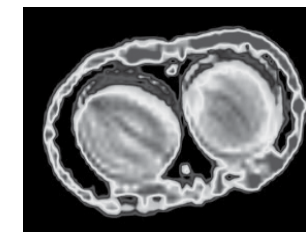


Imagen de resonancia magnética nuclear de dos semillas de colza, de las que se obtiene aceite comestible. Los tonos indican la concentración de agua y de aceite después del secado. Origen: NRC-CNRC (Brock Chatson); NRC Plant Biotechnology Institute (NRC-PBI).

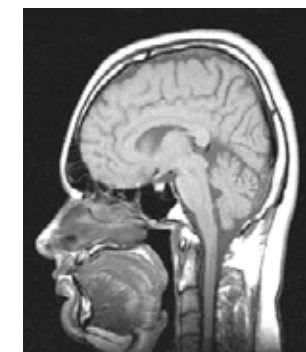


Imagen del cerebro obtenida sin rayos X, con la técnica de la tomografía computada basada en la resonancia magnética nuclear.

muy baja energía; no desarmen moléculas ni átomos y dejan inalteradas las células; son radiaciones muy diferentes de las que se utilizan en la radioterapia nuclear y la roentgenterapia o rayos X. Esa técnica se llama nuclear porque las radiaciones cambian el giro de los núcleos de hidrógeno que forma parte del agua y de otras sustancias de los tejidos del paciente, sin que eso afecte la temperatura, la estructura química, ni otras propiedades útiles de la materia viva.

Lectura 1. El Clarín, 13 de marzo de 2009

Suman un tomógrafo, pero solo funcionan siete en Capital.

El equipo mejorará diagnósticos. Aunque dicen que faltarían al menos cuatro más.

Un nuevo tomógrafo de última generación se puso en marcha ayer por la mañana en el Hospital Pirovano. Con la presencia del jefe de Gobierno, Mauricio Macri, el nuevo tomógrafo marca Siemens reemplazó al aparato antiguo y con dificultades de funcionamiento del que disponía el hospital. “Los tomógrafos eran una deuda que teníamos con los hospitales de la Ciudad”, reconoció Jorge Lemus, Ministro de Salud porteño. “Este nuevo equipo se inauguró como parte del plan de renovación de infraestructura y equipamiento en los hospitales. Creo que es una muy buena noticia para todos los porteños”, aseguró Lemus.

En 2009 solo funcionaban en la Ciudad de Buenos Aires siete tomógrafos para realizar lo que se llama diagnóstico por imágenes. Los hospitales Pirovano, Santojanni, Elizalde, Piñero, Gutiérrez, Fernández y Curie son los afortunados. En el último, el tomógrafo también es nuevo ya que fue donado por un grupo de ONG en diciembre de 2009. En 2010 se puso en marcha un aparato en el Ramos Mejía, que estaba en calibración. Había en esa época, otros tres -en los hospitales Argerich, Penna y Udaondo- que están fuera de funcionamiento.

Aunque el Ministro Lemus afirmó que “por ahora la cantidad de tomógrafos es suficiente para la Ciudad”, desde la Asociación de Médicos Municipales (AMM) no opinaron lo mismo. “Se están poniendo nuevos tomógrafos y se está mejorando el funcionamiento, pero falta al menos uno por cada región sanitaria de Buenos Aires”, dijo Jorge Gilardi, presidente de AMM. Las regiones en las que está dividida la Ciudad son cuatro, y hay entre dos y tres tomógrafos por cada una. Gilardi también recalcó la necesidad de médicos y técnicos especializados. “A veces los tomógrafos están parados porque no hay personal capacitado para cubrir turnos de 24 horas los siete días de la semana. Los aparatos no sirven si no hay recursos humanos”.

En junio de 2009 Clarín informó que de los once tomógrafos disponibles en ese momento, había días en que solo funcionaba uno. En 2010 hubo menor cantidad de tomógrafos, pero Gilardi lo interpreta de esta manera: “No importa la cantidad que haya, importa cuántos funcionan”.

El nuevo tomógrafo del Pirovano posibilitará realizar, en solo 35 segundos, una exploración del paciente desde la cabeza hasta la zona púbica. Además permitirá realizar estudios vasculares no invasivos y en forma ambulatoria, brindará una mejor calidad de imagen para identificar lesiones que son muy difíciles de detectar con estudios tradicionales y se podrán hacer reconstrucciones tridimensionales de las estructuras óseas para planear procedimientos quirúrgicos osteoarticulares con mayor efectividad.

Lectura 2. Urología Avanzada, Madrid. (<http://www.urologiaavanzada.com/tac.htm>)

(...) *Qué se siente durante el procedimiento de RMN*

La RMN no produce ningún dolor, pero a algunas personas les incomoda tener que estar quietas durante el examen.

Si se usa medio de contraste, podría haber una molestia en el sitio de la inyección, y también podría tener una sensación fría en el sitio durante la inyección. Para muchos pacientes lo más molesto son los fuertes ruidos producidos en algunas fases del examen; pueden usar tapones para los oídos.

Peligros

Un implante metálico no detectado puede ser afectado por el fuerte campo magnético.

En general, la RMN no se usa en las primeras doce semanas de embarazo. En mujeres embarazadas los médicos prefieren usar otros métodos de imágenes, como el ultrasonido, a menos que haya una muy buena razón médica para hacer la RMN. (...)

● Discusión

Siguen, resumidas (y corregidas por respeto a las reglas del idioma) las ideas expresadas por los estudiantes en sus debates e informes.

⁶ En 2014 la Ciudad de Buenos Aires contaba con quince de esos aparatos en funcionamiento.

Esta vez el docente debió intervenir no solo como moderador, sino también para facilitar la obtención de datos e información⁷.

–Profesor, no encontramos cosas opuestas para discutir. A todos y todas nos parecen útiles las nuevas técnicas de diagnóstico. Una vez me rompí un ligamento, y eso no salía en la radiografía; entonces me hicieron una resonancia magnética, y ahí sí se vio perfectamente el tejido dañado.

–Es que a los rayos X los detiene un hueso, pero no los absorbe un tendón. En cambio, la RMN detecta diferencias mínimas entre tejidos. Distingue un músculo tenso de uno relajado.

–¿Qué diferencia hay entre la tomografía axial computada y la resonancia magnética nuclear?

–Hay que distinguir entre el significado directo de esas palabras y la jerga del ambiente radiológico. Cuando se habla de una TAC, suelen sobreentender el empleo de rayos X. Pero la RMN también obtiene imágenes de rebanadas del cuerpo, perpendiculares a la altura del sujeto, obtenidas con la ayuda de computadoras. Así, la RMN sería también, si nos atenemos al significado directo de las palabras, una TAC, aunque en ciertos ámbitos no la llamen así.

–Nosotras encontramos esta tabla que compara los diferentes efectos agresivos de varias técnicas de diagnóstico. Se nota que la técnica menos invasiva es la RMN. La única radiación ionizante que recibe el paciente es la natural; la misma que recibiría en su casa, o en cualquier sitio donde se encuentre.

–A pesar de lo que opinan casi todos ustedes, a mí me impresionaría que me hagan bailar todos los átomos de mi cuerpo...

–Los que te bailan son los núcleos.

–Lo que sea. El campo magnético al que someten al paciente es gigantesco. Para producirlo, hacen pasar grandes corrientes por electroimanes, y para que los cables no se recalienten los sumergen en helio líquido a doscientos setenta grados bajo cero, para que se vuelvan superconductores. No sé si tenemos suficiente certeza de que ese campo no nos haga mal.

⁷ Información. 5. f. Comunicación o adquisición de conocimientos que permiten ampliar o precisar los que se poseen sobre una materia determinada. dato. (Del lat. *datum*, lo que se da). 1. m. Antecedente necesario para llegar al conocimiento exacto de algo o para deducir las consecuencias legítimas de un hecho. (*Real Academia Española*.) Notemos que la información tiene mayor categoría que el simple dato. En Internet podemos hallar datos en cantidad agobiante, mientras que resulta más difícil hallar información sustantiva.

Estudio	Dosis (milisievert)*	Equivalencia en placas RX	Equivalencia de radiación natural
Radiografía de cráneo	0,07	3,5	11 días
Radiografía de cadera	0,3	15	7 semanas
Radiografía de abdomen	1	50	6 meses
Urograma excretor	2,5	125	14 meses
Colon por enema, con trazador	7	350	3,2 años
Tomografía de cabeza, con rayos X	2.3	115	1 año
Estudio de abdomen, con RMN	0,0002	0,0	1 hora
Tomografía de abdomen, con rayos X	10	500	4,5 años
Centellograma tiroideo	1	50	6 meses
Tomografía por Emisión de Positrones (cabeza)	5	250	2,3 años

–Es lo mismo que discutíamos antes sobre la posible influencia de las líneas de alta tensión⁸. ¡Siempre se puede sospechar de todo! ¿Pero qué razones hay para imaginar que un campo magnético constante nos perjudique?

–Es que antes hablábamos de campos más débiles que el terrestre, pero un tomógrafo de resonancia magnética nuclear trabaja con veinte mil gauss, o dos tesla. ¡Eso es cien mil veces más intenso que el campo terrestre!



El paciente en estudio pasa por la bobina superconductora del tomógrafo que genera en su cuerpo un intenso (pero inofensivo) campo magnético, con el que se estudian sus órganos y tejidos.

* Un sievert es la dosis de radiación que disipa una energía de un joule en cada kilogramo de tejido. Una kilocaloría es la energía que eleva en un grado la temperatura de un kilo de agua, y equivale a 4185 joules (El daño térmico de la radiación ionizante es despreciable).

⁸ Véase el capítulo 3 del libro anterior, Campos electromagnéticos y salud humana.

—Aun así, tu argumento solo da para tener cuidado, o para sospechar de posibles daños. Si no hubiera ningún motivo para hacerse una resonancia, se la podría evitar entonces por precaución. ¡Pero son útiles! En la Argentina se hacen más de cien mil de esos estudios por año, y hasta el momento no hay reportes de inconvenientes.

—Yo creo que es todo un gran negociado. Mi padre dice que hace muchos años, cuando se empezaron a usar los tomógrafos, muchos médicos pedían una tomografía solo para cobrar una comisión por parte de los prestadores del servicio de diagnóstico. Se recetaban tomografías sin tino, y por cualquier cosa. Se llegaron a pedir tantas, que algunas obras sociales quebraron por no poder afrontar semejante gasto.

—¡Eso es solo una conjetura, una teoría conspirativa! En 2002 quebraban no solo obras sociales, sino también fábricas y comercios, sin que tenga nada que ver la resonancia magnética nuclear. Preguntáale a tu papá de dónde sacó esas cosas que dice. Además, esos diagnósticos ya no son tan caros como antes, porque los aparatos se abarataron por el avance tecnológico y también, justamente, porque se usan más.

—Todo lo que sea nuclear me asusta. Y si me someten a un campo magnético muy intenso, temo que si tengo alguna prótesis metálica o gancho en un hueso con el que me curaron una fractura, que el imán me lo arranque, o que lo ponga al rojo.

—La palabra nuclear asusta, pero conviene distinguir en qué casos el temor se justifica y en cuáles es infundado⁹. Los campos magnéticos estáticos no calientan los metales como en los hornos de microondas, que usan un campo alterno de gran frecuencia. Y las grapas metálicas que ponen en algunas cirugías son de acero no magnético. No hay casos registrados de tales percances, y en caso de dudas se adoptan precauciones. (Ver lectura 2.)

⁹ Por ejemplo, si para curar el cáncer se somete al paciente a radioterapia, sería inhumano decirle que el tratamiento es una cosa de nada, que no va a sentir dolor y que es como una visita al dentista. Es cierto que no duele; al menos no en el momento. Pero le están aplicando radiaciones con la intención de dar muerte a células cancerosas, y en ese acto perecen también algunas células sanas y útiles, a veces muchas, y en ocasiones ese daño colateral es mortal. La radiación también afecta, en grado mucho menor, a médicos y auxiliares que se encuentren cerca del paciente irradiado y no estén suficientemente protegidos. En cambio, si se va a hacer un estudio de resonancia magnética nuclear, en ese caso sí es correcto y necesario dejar en claro que esa técnica es completamente inocua; que no constituye un tratamiento, sino un procedimiento de diagnóstico, que no afecta en absoluto ninguna de las células del paciente, ni las de quienes se encuentran en las cercanías, a pesar del ruido inquietante que hace el aparato, por los mecanismos que mueven los detectores.

● Conclusión

Para oponer ideas es necesario, ante todo, tenerlas. Pero para que comience una discusión no hace falta que existan posiciones sólidas, maduras, ni sedimentadas en el tiempo y la experiencia. Alcanzó con mínimos datos e información para que aflorasen los intereses y particularidades de los estudiantes, casi siempre variados, divergentes y hasta opuestos. En este caso el aporte de información por parte del docente permitió un debate en el que surgieron diferentes campos de interés, explorados enseguida por los alumnos y alumnas: cantidad de diagnósticos y su evolución en la historia en comparación con los de otros países, costo del diagnóstico por RMN, testimonios de especialistas acerca de la posible influencia de campos magnéticos estáticos y aplicaciones que van más allá de la medicina, reportadas en informes orales en clase, y en escritos.

● PROPUESTAS DE ESTUDIO

- Entre las siguientes técnicas de diagnóstico, digan cuáles son ionizantes y cuáles no lo son: resonancia magnética nuclear, ecografía, endoscopia, quimioterapia, rayos X, centellografía, tomografía por emisión de positrones y fluoroscopia.
Respuesta, al revés: .sauconi nos saremirp sert sal y ,setnazinoi nos on saremirp ortauc saL
- Averigüen de qué energía, en electrón voltios, es la onda electromagnética que, asociada a un intenso campo magnético continuo, se emplea en la resonancia magnética nuclear, y compárenla con la de otras fuentes incluidas en el siguiente gráfico. En vez de averiguarla, la pueden calcular. La energía de una partícula de energía de una onda se calcula con $E = h \cdot n$, donde E es la energía en julios, h es la constante de Planck, igual a $6,526 \times 10^{-34}$ J.s, y n , la letra griega ν o ν , es la frecuencia de la onda, en nuestro caso unos 60 MHz, ó 6×10^7 Hz. (Un hertz es la inversa de un segundo: Hz = 1/s). Para convertir julios a electrón voltios, se los divide por $1,602 \times 10^{-19}$ J/eV.

Índice

Prólogo	7
1. Diagnósticos con técnicas inocuas y no ionizantes	9
Significado de la palabra nuclear	9
Cuadro de ubicación	10
Propuesta didáctica.....	11
Discusión	17
Conclusión	21
Propuestas de estudio	21
Referencias	22
2. Manipulación genética de plantas, animales y humanos	23
El monje y los chícharos	23
La genética y su origen	26
La herencia y los genes.....	27
ADN	31
La polémica manipulación genética.....	31
Los cultivos transgénicos.....	34
Los animales transgénicos.....	35
Otros animales transgénicos	36
Clonación de mascotas	37
Clonación de primates y ... ¿de humanos.....	38
Discusión	38
Propuestas de estudio	40
3. Megaproyectos de ciencia biológica y médica	43
Tecnología y comunicación educativa (TIC)	43
Estrategia didáctica	45
Unidad didáctica	46
Actividad de diagnóstico	47
Megaproyectos de ciencia.....	50
Diseño de nuevas vacunas.....	54
Discusión	57
4. Naturismo y tecnología alimentaria	59
Estrategias didácticas para la enseñanza	59
Actividades.....	60
La domesticación de especies vegetales.....	65
Variedades de cultivos mutantes	66
Discusión	68
5. Embriones humanos para la salud, un tema que enlaza la ciencia, la tecnología y la sociedad	73
Oposición de argumentos.....	73
Células madre y su uso; formas de conceptualizar la argumentación	75
Primera clase.....	76
Comunicación y representación de los objetivos	78
Discusión	79
Segunda clase	81
Tercera clase.....	83
Consideraciones finales	85
Propuestas de estudio	86
Referencias.....	89
6. Una tríada peligrosa: alcohol, droga y promiscuidad sexual	91
Propuesta didáctica.....	91
Actividades.....	92
Alcohol y juventud.....	94
El alcohol.....	98
Las drogas y los jóvenes	98
Promiscuidad sexual	105
Otras propuestas metodológicas.....	107
Referencias.....	107
7. Aborto	109
¿Qué es el aborto?	109
Pero ¿qué es un feto, y qué es un embrión?.....	110
Discusión	119
Propuestas de estudio	121
8. Eugenesia y eutanasia	123
Legitimidad de la eugenesia y eutanasia.....	123
Etimología griega.....	124
La paternidad de la eugenesia.....	125

Fragmento.....	127
Propuesta de trabajo	130
Eutanasia.....	130
Propuesta de trabajo	131
Discusión	131
Material de consulta.....	133

Este libro se terminó de imprimir en el mes de abril de 2017
en Imprenta Dorrego S.R.L. Av. Dorrego 1102, Capital Federal.