



## TESIS DE MAESTRÍA EN QUÍMICA ORIENTACIÓN EDUCACIÓN

*El uso de los recursos educativos abiertos como factor de cambio:  
Estudio de uso en Enseñanza Media para formar la imagen  
perceptiva de la Radiactividad*

*Directoras de tesis: Dra. Ana Rey Ríos<sup>1</sup> – Dra. Valery Bühl<sup>2</sup>*

*1- Área de Radioquímica. 2- Área de Química Analítica.*

*Estudiante: Prof. Gary Erramuspe<sup>3</sup>*

*3- Docente de Química de Enseñanza Media. ANEP.*

*Lugar: Área de Radioquímica. DEC. Facultad de Química. Udelar.*

*Período: 2017-2020*

## **Agradecimientos**

- A mis directoras de tesis, Ana y Valery, por su constante apoyo, dedicación y sus aportes desde la pedagógico, metodológico y conceptual.
- A Emilia, por su guía en el laboratorio y continuo apoyo en las prácticas.
- Al equipo de trabajo del Área de Radioquímica, liderados por Ana y Mariella, por abrirme las puertas del laboratorio, por el conocimiento enseñado y la confianza en estos años de trabajo.
- A Ximena, Lourdes, María Noel y Manuel por sus aportes desde lo metodológico y conceptual.
- Al grupo de estudiantes de 2° año de Bachillerato del Liceo N°1 Dr. Roberto Taruselli de la ciudad de Dolores, generaciones 2019 y 2020.
- A familiares y colegas que me han apoyado en estos años de estudio y formación.

## Resumen

Según estudios recientes realizados en Europa y América, la mayoría de las opiniones de la población sobre las aplicaciones de la radiactividad son negativas y están influenciadas muchas veces por los accidentes nucleares ocurridos en la historia, el desconocimiento o la falta de información confiable sobre el tema y las concepciones previas erróneas (Montes, Damonte, Errico y Taylor, 2015). Respecto a la enseñanza de la radiactividad y las ideas de los estudiantes, estudios realizados en Europa y Argentina reflejaron el escaso abordaje de esta temática en la currícula (García-Carmona y Criado, 2008), la falta de conocimiento (Lijnse, Eijkelhof, Klaasen y Scholte, 1990; Millar, Klaasen y Eijkelhof, 1990; Gutiérrez, Capuano, Perrotta, De la Fuente, y Follari, 2000; Cornejo, Speltini, Roble y Santilli, 2009) y las ideas previas erróneas de los estudiantes (Corbelle y Domínguez, 2015; Corbelle y Domínguez, 2016; Lavín y Mínguez, 2016).

En Uruguay no hay antecedentes de revisiones de los libros de texto, de los contenidos que se enseñan, ni de las metodologías aplicadas. Teniendo en cuenta los antecedentes descritos anteriormente, esta investigación tuvo como objetivo analizar las posibilidades de construcción de la imagen perceptiva del estudiante de Enseñanza Media uruguayo sobre la radiactividad, a partir del conocimiento de la temática. En una primera etapa se analizó el enfoque de la radiactividad en la currícula de Educación Media y en los libros de texto recomendados por la inspección docente, y se indagó sobre la imagen mental del estudiante uruguayo sobre la radiactividad. En una segunda etapa, el docente generó instancias de trabajo en los entornos virtuales de aprendizaje (en el contexto de la pandemia por Covid-19), en dónde orientó a los estudiantes en la selección de los contenidos y en la elaboración de los recursos educativos abiertos; para mejorar la

comprensión de la temática y promover la construcción de una imagen perceptiva fundamentada.

La metodología empleada en la elaboración de los recursos fue el Aprendizaje Basado en Proyectos (Rodríguez-Sandoval, Vargas-Solano y Luna-Cortés, 2010, Aristizabal, 2012).

Los recursos elaborados por los estudiantes fueron publicados en el repositorio institucional y compartidos a través de las plataformas educativas utilizadas en Enseñanza Media. En una tercera etapa, el docente aplicó un cuestionario con contenidos conceptuales de la temática y actitudinales del proyecto desarrollado, para analizar las posibilidades de construcción de la imagen perceptiva del estudiante sobre la radiactividad.

Se concluyó que tanto la currícula como los libros de texto no consideran a la radiactividad un tema fundamental y no profundizan algunos conceptos claves relacionados a la temática (Cabanyes, 2000). La currícula actual de Bachillerato sugiere estrategias de aprendizaje generales para potenciar la construcción de los saberes.

La mayoría de los estudiantes indagados, tuvieron una imagen mental negativa de la radiactividad. Los estudiantes que participaron en la elaboración de los recursos educativos abiertos mejoraron la comprensión de la temática de la radiactividad y consideraron tener una percepción más favorable, una vez finalizado el Proyecto. Por lo anterior, se recomienda continuar trabajando en el diseño y difusión de los recursos educativos abiertos en entornos virtuales, promoviendo la interacción de los estudiantes con el docente y mejorando la calidad de los aprendizajes de la Química y otras disciplinas.

## Tabla de contenidos

Portada.....	1
Agradecimientos.....	2
Resumen.....	3
Tabla de contenidos .....	5
<b>Introducción</b> .....	<b>6</b>
Antecedentes.....	6
Justificación .....	17
Formulación del problema .....	18
Objetivos .....	20
<b>Marco teórico</b> .....	<b>21</b>
La percepción .....	21
Tecnologías de la Información y la Comunicación en la educación formal.....	27
Entornos virtuales de aprendizaje .....	29
Las plataformas educativas digitales .....	31
El Aprendizaje Basado en Proyectos .....	33
Contenidos educativos digitales .....	35
<b>Metodología</b> .....	<b>39</b>
Población objetivo .....	39
Diseño de la investigación .....	39
Etapas.....	40
<b>Análisis de los resultados</b> .....	<b>51</b>
Revisión de los programas de estudio .....	51
Revisión bibliográfica .....	56
Pregunta diagnóstica .....	60
Elaboración de los REA.....	62
El cuestionario .....	71
<b>Conclusiones y perspectivas</b> .....	<b>86</b>
<b>Anexos</b> .....	<b>88</b>
<b>Referencias</b> .....	<b>122</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Antecedentes

#### 1.1.1. La radiactividad

La radiación es la propagación de energía en forma de partículas u ondas. Si la radiación se debe a fuerzas eléctricas o magnéticas se llama radiación electromagnética. (González y Rabin, 2011). Cuando un núcleo se encuentra en un estado energéticamente inestable emitirá energía a través de la emisión de partículas o de radiación electromagnética. Este proceso es conocido como radiactividad (Calzada y Cerecetto, 2019). El fenómeno fue descubierto por Becquerel en 1896 a través del estudio de la radiactividad natural de las sales de Uranio.

“La radiactividad es un fenómeno espontáneo de transformación de un nucleido en otro con emisión de energía (radiación)” (Rey, 2016, p. 1). La radiactividad natural constituye el 86% de la radiación ionizante que recibimos y se compone por un 14% de radiación cósmica, 18% de radiación terrestre, 11% de radiación interna y 43% de radón. La radiactividad artificial es la producción de radionucleidos no naturales, entre ellos el Carbono – 11, Tecnecio – 99m y el Flúor – 18. La exposición a fuentes radiactivas artificiales ocurre en diferentes actividades, entre ellas la industria, la medicina y pruebas de armas nucleares (estas últimas son menores al 1%). Constituye el 14% de la radiación ionizante recibida y sus fuentes principales son las actividades médicas (González y Rabin, 2011).

En 1899, Rutherford comprobó que las radiaciones estaban constituidas por dos tipos de partículas: unas poco penetrantes y de naturaleza positiva (alfa), y otras más penetrantes y de carácter negativo (beta). En 1903, Rutherford demostró la naturaleza electromagnética de otro tipo de radiación al que llamó rayos gamma.

En 1932, Carl Anderson descubrió que existía un cuarto tipo de radiación, la radiación  $\beta^+$ , formada por partículas de igual masa que el electrón y carga de igual magnitud, pero de signo positivo, el positrón. (Rey, 2016).

¿Qué aplicaciones tienen las radiaciones ionizantes?

Las aplicaciones se basan en su interacción con la materia y su comportamiento en ella. Los materiales radiactivos y las radiaciones ionizantes se utilizan ampliamente en medicina, industria, agricultura, docencia e investigación. La medicina nuclear es una especialidad médica que incluye la utilización de material radiactivo en forma no encapsulada para diagnóstico, tratamiento e investigación. Utilizan radiofármacos los cuales son preparados radiactivos que se administran a nivel de “trazas” y no producen efectos farmacológicos, sino que es la energía emitida en el decaimiento la responsable de su función. Los radiofármacos permiten diferenciar una anatomía o fisiología anormal de una normal, ya sea a través de técnicas de análisis de muestras o de obtención de imágenes. Estas imágenes son funcionales, no anatómicas.

Algunas técnicas que permiten la obtención de imágenes son:

- SPECT (Single Photon Emission Computed Tomography)

Esta técnica involucra la administración de un radiofármaco emisor de fotones.

La energía que sale del cuerpo del paciente permite conocer la distribución tridimensional de un radiotrazador en el cuerpo.

- PET (Positron Emission Tomography).

La tomografía por emisión de positrones implica obtener imágenes a partir de radionucleidos emisores de positrones, aunque la técnica requiere la detección simultánea de dos fotones gamma (cada uno de 511 keV).

El tratamiento de enfermedades a través de la radioterapia permite destruir células tumorales aplicándoles altas dosis de radiación.

Algunas de las aplicaciones en la industria son la esterilización de materiales, la medición de espesores y densidades o de niveles de llenado de depósitos o envases, la medida del grado de humedad en materiales a granel (arena, cemento, etc.) en la producción de vidrio y hormigón, la gammagrafía o radiografía industrial para, por ejemplo, verificar las uniones de soldadura en tuberías, los detectores de humo y la datación por análisis del carbono – 14 para determinar con precisión la edad de diversos materiales (Fornaro, 2016).

Las radiaciones se aplican en la agricultura y la alimentación, por ejemplo, para determinar la eficacia de la absorción de abono por las plantas, determinar la humedad de un terreno y así optimizar los recursos hídricos necesarios, para el control de plagas y para prolongar el periodo de conservación de los alimentos mediante su irradiación con rayos gamma.

### **1.1.2. La radiactividad desde la mirada de la opinión pública**

Una vez conceptualizada la radiactividad, nos enfocaremos en la opinión de la población acerca de la temática. La mayoría de las opiniones son negativas y están influenciadas muchas veces por desconocimiento, falta de información confiable sobre el tema o por concepciones previas adquiridas por recibir información incompleta o errónea (Montes *et al.*, 2015). En general, el término radiactividad está asociado con el peligro sin tener en cuenta las múltiples aplicaciones de las radiaciones en la medicina y en la industria (Cornejo *et al.*, 2009).

Los accidentes nucleares más importantes de la historia generaron en la opinión pública una desfavorable valoración de la radiactividad y la energía nuclear. En EE.UU, el accidente nuclear en Three Miles Island del año 1979 se debió a una serie de errores técnicos que culminaron con el escape de cantidades de materiales radiactivos

al ambiente (Corey, 1979). El personal de la central apenas tenía una formación básica. Posteriormente al accidente, se puso en marcha la capacitación y profesionalización del personal de la central. En 1980 se creó un Sistema de Notificación de Incidentes con la intención de que todos los países informasen de todos los acontecimientos inusuales en las centrales nucleares. El accidente de Three Miles Island generó un impacto negativo en la sociedad estadounidense debido a que casi dos millones de personas quedaron expuestas a la radiación. Sin embargo, desde Europa, en especial por la URSS, el accidente no fue tomado con seriedad (Romanov, 1990).

Tras la creación de la central ucraniana de Chernobyl y antes del accidente nuclear ocurrido el 26 de abril de 1986, los argumentos de los científicos y otros expertos respecto de la seguridad de la energía nucleoelectrica encontraron una respuesta positiva en el público. El accidente ocurrido en la Unidad 4 de la central nuclear de Chernobyl, preocupó al público por la seguridad y las consecuencias ambientales. Generó una actitud negativa hacia la energía nuclear en la URSS (Romanov, 1990). En 1988, el gobierno de la URSS creó un Consejo Interdepartamental de Información y Relaciones Públicas con el fin de mejorar la comprensión de la energía en la población soviética. Se implementaron reuniones con el público y la prensa.

Estudios más recientes acerca de la opinión pública sobre la energía nuclear, realizados en Europa y Latinoamérica posteriores a los accidentes nucleares, confirman el rechazo generalizado de la población frente a las aplicaciones de la radiactividad como la obtención de la energía eléctrica en las centrales nucleares y la irradiación de los alimentos. Uno de esos estudios consistió en un análisis de la opinión pública sobre la energía nuclear en Europa en el periodo comprendido en 2000-2005. El mismo demuestra que la mayoría de las personas manifiestan rechazo a la energía nuclear (Pérez-Díaz y Rodríguez, 2007).

Las causas del rechazo son variadas:

- La percepción de la energía nuclear como peligrosa para la salud.
- El problema de los residuos nucleares.
- Las posibles fugas de las centrales nucleares y los daños en la comunidad.
- el desconocimiento de la temática en la población en general.

Se concluye en el estudio la necesidad de mejorar los conocimientos de la población para revertir la percepción negativa de la energía nuclear.

En Sudamérica, un estudio de la opinión pública argentina sobre la temática de la energía nuclear en los meses de octubre y noviembre de 2006, una vez declarado por el gobierno el plan de impulso de la energía nuclear (Polino y Fazio, 2009), concluyó que, a mayor nivel educativo alcanzado, las personas tienen una respuesta más favorable al uso y desarrollo de la tecnología nuclear. El desconocimiento de muchos individuos de la historia de la energía nuclear en Argentina, arrojó una opinión negativa en cuanto a la seguridad del manejo de la energía nuclear. Además, desde el año 2006 se desarrolla en Argentina, el proyecto denominado “Las radiaciones en la vida cotidiana” (Torres, 2018) como parte de las actividades de la Comisión Nacional de Energía Atómica, a través de la Sección de Divulgación de Ciencia y Tecnología del Centro Atómico Bariloche (CAB). El proyecto surgió a partir de las inquietudes recibidas por la población, en especial por los habitantes de Bariloche como consecuencia de la instalación y las actividades del CAB. Consistió, en sus comienzos, de charlas y talleres destinados a la comunidad educativa y público en general de Bariloche y el resto del país; para desarrollar la temática de las radiaciones y la radiactividad. Desde el año 2017 se extendió geográficamente a otras regiones de Latinoamérica. Se otorgaron materiales de

apoyo a estudiantes y docentes sobre las radiaciones, los efectos de las mismas y su medición.

En Uruguay, en el año 2009, el gobierno propuso la formación de una Comisión multipartidaria que estudió la viabilidad de la puesta en marcha de un programa nuclear de generación de energía eléctrica (Resolución 197/009 – MIEM). Este programa estuvo años en estudio y la opinión pública al respecto, se vio influenciada por el accidente de Fukushima, ocurrido el 11 de marzo de 2011 en Japón. Como consecuencia del terremoto y el posterior tsunami, la planta nuclear de Fukushima I sufrió graves daños, provocando en los días siguientes, la pérdida de una masa considerable de material radiactivo a la atmósfera. Se había hecho omiso de las advertencias sobre la vulnerabilidad de las centrales nucleares en caso de terremotos, y por lo tanto no se tomaron las medidas necesarias (Díaz, 2011).

Luego del accidente nuclear de Fukushima, la consultora uruguaya FACTUM (Botinelli, 2011) realizó una encuesta de opinión pública sobre la energía nuclear. De los resultados se observó que sólo 1 de 7 uruguayos considera que la energía nuclear es segura y sin riesgos a la población; 3 de 4 personas consideran que la energía nuclear es peligrosa por los efectos biológicos en el organismo. El efecto Fukushima como también la opinión pública determinaron que en 2014 la Comisión multipartidaria redactara el informe final considerando la no ejecución del programa nuclear en el Uruguay, como lo señala un fragmento de ese informe: “En base a la información actualmente disponible y a los estudios desarrollados, asociados a las actividades que fueron elegidas para abordar el análisis de la Fase 1, la generación nucleoelectrica no se visualiza como una alternativa a incorporar al parque generador uruguayo en el escenario analizado, para el período 2016-2045. Esto conlleva a que, al menos en el corto plazo, de acuerdo al análisis realizado por este grupo, no sería necesario comenzar en Uruguay con las acciones tendientes a

incorporar una planta nuclear” (Rebellato y Hermida, 2015, p. 7). Además, para la puesta en marcha de ese programa, debería derogarse la Ley que prohíbe la utilización de energía nuclear en el país (art. 27, Ley 16.832 del 17 de junio de 1997).

### **1.1.3. La enseñanza de la radiactividad en la educación formal**

La enseñanza y el aprendizaje del fenómeno de la radiactividad presentan dificultades ya que es un fenómeno que no se percibe por nuestros sentidos, es abstracto y se debe representar con analogías (Kilinc, Boyes y Stanisstreet, 2013).

Para la enseñanza de la radiactividad en la educación formal interesa detenerse en los contenidos que se enseñan, en el enfoque de los libros de texto, en la formación docente y en las ideas previas de docentes y estudiantes. (Corbelle y Domínguez, 2015).

Un estudio español analizó los contenidos que se enseñan acerca del fenómeno radiactivo y la energía nuclear en los libros de texto de Física y Química en tercer año de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), desde el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) (García-Carmona y Criado, 2008). El enfoque CTS surge en los años 70 del siglo XX y promueve la alfabetización en ciencia y tecnología a todos los ciudadanos, para que sean capaces de tomar decisiones, promoviendo el pensamiento crítico (Aikenhead, 2005). “El enfoque CTS se orienta al análisis de las complejas relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad, tanto en lo referido a los procesos de producción del conocimiento como a sus aplicaciones y a su distribución” (Massarini, 2011, p. 15). El estudio de García-Carmona y Criado concluyó que la energía nuclear y el proceso radiactivo no reciben la atención necesaria en la educación científica, lo cual debería tenerse en cuenta por los editores de los libros de texto de Física y Química. En Enseñanza Media, una de las dificultades en la enseñanza de la radiactividad, es que los estudiantes tienen ideas previas adquiridas

principalmente a través de los medios de comunicación, muchas de ellas erróneas (Lavín y Mínguez, 2016). En una investigación realizada con estudiantes holandeses de educación secundaria, se observaron dificultades con la explicación a nivel atómico de los fenómenos radioactivos (Lijnse *et al.*, 1990). En comparación con algunos otros temas científicos, se ha realizado relativamente poca investigación sobre las ideas de los niños sobre la radiación y la radiactividad (Millar *et al.*, 1990). Además, tras el accidente de Chernobyl, se demostró que los estudiantes ingleses tienen escasos conocimientos de los conceptos “radiactividad”, “sustancia radiactiva” y “radiación”. Finalmente, los estudios de entrevistas y cuestionarios manifestaron supuestos en los estudiantes ingleses tales como que los objetos que se esterilizan con radiación se volverán radiactivos, y luego emitirán radiación. Se encuentran ideas similares con respecto a la irradiación de los alimentos. Para abordar las dificultades anteriores, se propuso una “teaching sequence” [secuencia de enseñanza] (Millar *et al.*, 1990, p. 340) para la enseñanza de la radiactividad en la Educación Secundaria. La misma modifica el enfoque clásico de enseñanza de la radiactividad y se divide en cuatro bloques: “a phenomenological orientation, a qualitative macroscopic treatment, a quantitative macroscopic and finally a microscopic treatment [una orientación fenomenológica, un tratamiento cualitativo macroscópico, un tratamiento cuantitativo macroscópico y finalmente un tratamiento microscópico] (Millar *et al.*, 1990, p. 340).

A continuación, analizaremos otros estudios europeos sobre las ideas de la radiactividad. Un estudio español que consistió en una revisión bibliográfica de las dificultades de enseñanza y de aprendizaje sobre los contenidos de la radiactividad, analizó las ideas previas de los estudiantes de Enseñanza Media, las ideas previas de los profesores en formación, las actividades desarrolladas en el aula y las propuestas didácticas (Corbelle y Domínguez, 2015). Los resultados obtenidos en el ámbito educativo en ese

estudio muestran un gran número de ideas sobre la radiactividad que no se corresponden con las deseables en el aula. También se observan dificultades en la interpretación de la materia a nivel atómico-molecular. Los estudiantes no logran diferenciar los conceptos de radiación, radiactividad y fuente radiactiva. Respecto al ámbito social, se observó que los medios de prensa podrían representar un papel importante dado el lenguaje inadecuado que utilizan.

En otra investigación, se indagó mediante un cuestionario, sobre las ideas de la radiactividad a estudiantes españoles al finalizar la ESO (Corbelle y Domínguez, 2016). Además, se analizaron la relación de esas ideas con los libros de texto (se revisaron contenidos en libros de texto de tercer año de ESO) y la prensa digital (el tratamiento de esos contenidos tras el accidente en la central nuclear de Fukushima). A continuación, se presentan las conclusiones relacionadas con:

- Las ideas de los estudiantes al finalizar la ESO: hay conocimientos errados de la temática, en especial sobre las fuentes radiactivas, el alcance de las mismas y su peligrosidad. Se concluye que el estudiante además del desconocimiento de los conceptos de “fuente radiactiva” y “radiación”, asume que todas las emisiones radiactivas son peligrosas sin tener en cuenta la dosis recibida. No hay conciencia de protección radiológica.
- El tratamiento que hacen los libros de texto de tercer año de ESO: para el análisis de los libros de texto se utilizó la secuencia de enseñanza propuesta por Millar *et al.*, 1990. Se observó el escaso tratamiento de la radiactividad en los textos seleccionados. No se diferencian los conceptos “contaminación” e “irradiación”; tampoco los términos “radiactividad”, “materia radiactiva” y “radiación”. No se proponen experiencias fenomenológicas ni ilustraciones desde

un tratamiento microscópico que permitan la construcción de conocimiento de esta temática en los estudiantes.

- El uso correcto de los conceptos en la prensa digital: se confunden conceptos como “contaminación” e “irradiación”. Se usan de igual forma los conceptos “radiactividad” y “radiación” pero de forma correcta el concepto de “material radiactivo”. No se hace referencia a distintos tipos de protección radiológica en función de los diferentes tipos de radiación, ni tampoco se relacionan los “peligros de la radiación” con la dosis absorbida.
- Las ideas de los estudiantes y su relación con la información de los libros de texto y la prensa digital analizada: dado el escaso tratamiento de los contenidos de la radiactividad en los libros de texto y en la prensa digital, “no contribuye a resolver las dificultades de aprendizaje” (Corbelle y Domínguez, 2016, p.131). Estas dificultades están relacionadas con lo educativo y lo social: allí los estudiantes sostienen que las sustancias radiactivas siempre son consideradas peligrosas sin importar la fuente, la dosis y el tiempo de exposición.

En América, un estudio sobre las ideas y actitudes de los estudiantes universitarios sobre la temática de la radiactividad realizado en la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México, permitió “construir un instrumento de valoración de actitudes hacia el fenómeno radiactivo, la energía nuclear y sus aplicaciones, simple de responder y de evaluar” (Pliego, Contini, Odetti, Güemes, y Tiburzi, 2004, p. 145). La investigación utilizó, para el estudio de las actitudes, la escala propuesta por el psicólogo Likert en 1932. La misma, se trata de un “instrumento psicométrico donde el encuestado debe indicar su acuerdo o desacuerdo sobre una afirmación” (Matas, 2018, p. 39). Independientemente del nivel de conocimiento, este estudio

demonstró una actitud negativa de los estudiantes frente a los aportes del fenómeno radiactivo a otras disciplinas científicas (Pliego *et al.*, 2004).

Finalmente, nos enfocaremos en estudios realizados en Sudamérica sobre las ideas de la radiactividad. Un estudio realizado por la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de la Pampa, Argentina, analizó las ideas de los jóvenes entre 16-18 años sobre la radiactividad y la energía nuclear. Con respecto al fenómeno de radiactividad, los estudiantes “tienen ideas de que la emisión radiactiva existe, aunque piensan que el material, al emitir, pierde sólo energía sin modificar su estructura” (Gutiérrez *et al.*, 2000, p. 252). Tampoco logran diferenciar los tipos de radiación. Los estudiantes identifican la energía nuclear con el peligro y la contaminación radiactiva. La mayoría de ellos desconoce la fisión nuclear y las centrales nucleares que funcionan en Argentina (Gutiérrez *et al.*, 2000).

Otro estudio argentino se realizó con estudiantes de Enseñanza media y docentes de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y el Gran Buenos Aires. La investigación fue realizada por la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires, sobre los conocimientos que se aprenden y se enseñan sobre los efectos biológicos producidos por las radiaciones. Se analizaron diferentes categorías: los registros de los estudiantes, los registros de los profesores, la currícula y los libros de texto. Al comparar las distintas categorías se observó desconocimiento en diferentes conceptos como radiación, dosis, efectos biológicos de las radiaciones, entre otros; tanto en los profesores como en los estudiantes. El desconocimiento de la temática produce temores infundados sobre las aplicaciones de las radiaciones (Cornejo *et al.*, 2009).

## 1.2. Justificación

La radiactividad no es un tema central en la currícula de Enseñanza Media uruguaya pero su tratamiento es importante, dada algunas razones fundamentales. Debemos desear enseñar a los estudiantes la radiactividad, en primer lugar, por sus múltiples aplicaciones en la medicina, además de la agronomía, ingeniería, industria, arte, entre otras. Se ha convertido en un fenómeno conocido para la sociedad y en particular para los estudiantes insertos en la educación formal.

En segundo lugar, los artículos relacionados con este tema aparecen publicados periódicamente en los medios de comunicación, muchas veces la información es incompleta o errónea y eso influye en la población, especialmente en los estudiantes (Millar *et al.*, 1990, Lavín y Mínguez, 2016).

La enseñanza de la radiactividad es un desafío para el docente y requiere metodologías innovadoras para que el estudiante construya su conocimiento y no sea “un conocimiento por transmisión creado con anterioridad por terceros” (Roget, 2013, p. 126). La enseñanza de la radiactividad depende de varios factores, entre ellos el conocimiento adquirido de la temática durante la formación docente (Corbelle y Domínguez, 2015), el escaso abordaje en la currícula y los libros de texto, y las ideas previas erróneas de los estudiantes (Corbelle y Domínguez, 2016; Cornejo *et al.*, 2009).

Esta investigación es innovadora en Uruguay dado que no presenta antecedentes de estudios sobre los contenidos que se enseñan, sobre las metodologías aplicadas en la enseñanza de la radiactividad y las ideas previas de los estudiantes sobre la temática.

La investigación pretende aportar herramientas didácticas para el trabajo de otros docentes en otros cursos e instituciones educativas.

### 1.3. Formulación del problema

Para la enseñanza de la radiactividad en la educación formal interesa detenerse en los contenidos que se enseñan, en el enfoque de los libros de texto, en la formación docente y en las ideas previas de docente y estudiantes. (Corbelle y Domínguez, 2015). La enseñanza y el aprendizaje de la radiactividad es compleja dada el elevado grado de abstracción de los contenidos abordados (Lavín y Mínguez, 2016).

En Uruguay no hay antecedentes de revisiones de los libros de texto, de los contenidos que se enseñan, ni de las metodologías aplicadas. Diferentes estudios realizados en Europa y Argentina sobre la enseñanza de la radiactividad, reflejaron el escaso abordaje de la temática en la currícula (García-Carmona y Criado, 2008), la falta de conocimiento sobre la temática (Lijnse *et al.* 1990; Millar *et al.*, 1990; Gutiérrez *et al.*, 2000; Cornejo *et al.*, 2009) y las ideas previas erróneas de los estudiantes influenciados, en algunos casos, por los medios de comunicación (Corbelle y Domínguez, 2015; Corbelle y Domínguez, 2016; Lavín y Mínguez, 2016).

De acuerdo a la bibliografía consultada, en Uruguay no hay estudios previos sobre las ideas de los estudiantes de Enseñanza Media sobre las aplicaciones de la radiactividad en diferentes ámbitos: el uso de la energía nuclear para obtener electricidad, la irradiación de alimentos, la esterilización de materiales médicos, entre otros. Los estudios de las ideas de los estudiantes, realizados en Europa y en América, luego de los accidentes nucleares más importantes de la historia, (Romanov, 1990; Gutiérrez *et al.* 2000; Polino y Fazio, 2009; Cornejo *et al.*, 2009) demostraron que hay una percepción desfavorable de la temática, la cual genera incertidumbres y rechazo (Pérez-Díaz y Rodríguez, 2007).

Esta investigación pretende indagar en las posibilidades de construcción de la imagen perceptiva del estudiante de Enseñanza Media uruguayo sobre la radiactividad, a partir del conocimiento de la temática. Se aportarán elementos desde lo didáctico y lo metodológico con el fin de mejorar el conocimiento del fenómeno radiactivo. Para ello el docente orientará a los estudiantes en la selección de los contenidos de la radiactividad y generará espacios de interacción en el aula y a través de las plataformas educativas digitales para mejorar la enseñanza y el aprendizaje. El rol del docente como orientador permitirá, en la interacción entre estudiante-estudiante y docente-estudiante, promover competencias como la búsqueda de información, la reflexión y el trabajo colaborativo, y facilitar los aprendizajes.

Los estudiantes, protagonistas de sus procesos de aprendizaje, aplicarán una guía didáctica para elaborar los recursos educativos abiertos (Rebollo y Soubirón, 2014). La misma fue adaptada debido a la situación de emergencia sanitaria en Uruguay. Durante la elaboración de los recursos educativos, que es parte de los procesos de enseñanza y de aprendizaje, el docente generará instancias de discusión y de evaluación a través de las plataformas digitales.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Analizar las posibilidades de la construcción de la imagen perceptiva del estudiante sobre la radiactividad, a partir del conocimiento de la temática durante la elaboración de los recursos educativos abiertos.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Analizar el abordaje de la radiactividad en el plan 2006 y en los libros de texto de la asignatura Química, orientaciones Biológica y Científica.
- Indagar sobre la imagen mental de los estudiantes sobre la radiactividad.
- Orientar a los estudiantes para facilitar la construcción de sus aprendizajes en el proceso de elaboración de los recursos educativos abiertos.
- Promover en los estudiantes competencias como la búsqueda de información, el pensamiento crítico, la reflexión y el trabajo colaborativo.
- Diseñar y aplicar un cuestionario en los estudiantes para recabar información sobre la construcción de la imagen perceptiva fundamentada.
- Publicar los recursos elaborados en el repositorio institucional para la disponibilidad de su uso por otros actores de la comunidad educativa.
- Promover la difusión de los recursos elaborados en otros canales de información para su difusión a otros actores de la sociedad como la familia, vecinos, etc.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. La percepción

#### 2.1.1. Concepto e historia

“La labor de la percepción consiste en un intento de agrupación de la información circundante dentro de unidades simples que le permitan a la conciencia adquirir noción de objeto y con ello afinar su capacidad abstracta. La percepción es entendida como un permanente acto de conceptualización” (Oviedo, 2004, p. 92).

A lo largo de la historia, la percepción no siempre ha recibido el reconocimiento científico de su importancia en el conocimiento (Cabanyes, 2000).

Las tres fases de la evolución histórica de la percepción (Cutting, 1997) son:

- Desde Platón hasta la Edad Media donde la percepción fue considerado un instrumento fundamental para el conocimiento pues estaba presente en la actividad de conocer la naturaleza de las cosas.
- A partir de Descartes se produce el llamado giro copérnico y la percepción quedaba ignorada: “los sentidos engañaban y nuestro conocimiento del mundo quedaba relegado, en las posiciones más extremas, a mera subjetividad” (Cabanyes, 2000).
- En el siglo XX debido a las ideas anteriores y el escepticismo de llegar al conocimiento de las cosas, el punto de mira ya no es el conocimiento mismo. El foco de atención está en el juicio que hacemos de las cosas. Aquí la percepción no ha tenido mayor relevancia, pero varios autores han trabajado en el tema en los últimos años (Akins, 1996).

La percepción está influida por cuatro factores psicológicos: necesidades, creencias, emociones y expectativas (Wade y Tavris, 2003). Las autoras concluyen que “las

necesidades, creencias, emociones y expectativas dependen a su vez de la cultura en que se vive, las experiencias son diferentes en entornos diferentes” ( p. 116). La cultura es un factor externo que influye en el proceso perceptivo del individuo en la sociedad. En el proceso de la percepción adquirimos nuevos conocimientos de nuevos estímulos y el cerebro los reorganiza e integra (Vilatuña, Guajala, Pulamarín y Ortiz, 2012).

Además, se activan la atención y la memoria, funciones necesarias para darle unidad y significado. La atención convierte a la percepción en un proceso activo: comprende una selección de los estímulos externos y orientamos nuestros receptores para mejorar la captación de esos estímulos seleccionados e incluso eliminar estímulos distorsionadores de la percepción. La capacidad de esta captación es consecuencia de nuestra atención. Por otra parte, la memoria aporta material de comparación con la información analizada en el proceso perceptivo.

### **2.1.2. Etapas del proceso perceptivo**

La percepción determina la entrada de la información a través de los sentidos y la formación de abstracciones en nuestra conciencia. Este proceso de la percepción consta de etapas (Cabanyes, 2000):

- Los estímulos son captados por los receptores específicos y una vez codificados en datos, son transmitidos por las vías sensitivas al sistema nervioso central. Esta información permanecerá en gran parte en el plano inconsciente.
- En el cerebro los datos son organizados y clasificados en las áreas sensitivas primarias y luego en las áreas sensitivas secundarias donde son identificados. La identificación del estímulo se realiza en las áreas sensitivas terciarias.

- El resultado obtenido tras identificar el estímulo, organizarlo, clasificarlo e identificarlo es la imagen perceptiva (Jaspers, 1913).

### **2.1.3. La imagen perceptiva y la imagen mental**

La percepción construye una imagen perceptiva que traslada el objeto desde el mundo externo hasta el mundo interno propio del individuo.

La imagen perceptiva tiene determinadas características (Cabanyes, 2000) :

- presenta el carácter de objetividad y por lo tanto la vivimos fuera de nuestra mente, se encuentra en el mundo externo.
- es independiente de la voluntad.
- es constante para un determinado estímulo y no necesita construirse permanentemente.

La imagen mental es un fenómeno que se encuentra en el cerebro de los sujetos que la interiorizan y se construye a partir de las experiencias, informaciones y valoraciones de una determinada realidad (Guerra y de Arends, 2009). A diferencia de la imagen perceptiva, la imagen mental se manifiesta con imágenes, es subjetiva, es imaginada y la vivimos como propias en nuestra mente (Cabanyes, 2000). Además, depende de la voluntad, la cual la puede modificar libremente, por lo que la imagen mental no es constante para un determinado estímulo. Una imagen mental es considerada como una representación del recuerdo de una experiencia que puede haber sido imaginada o vivida, representado en la mente a través de formas, colores y contenidos (Ocanto, 2009).

#### **2.1.4. La percepción y la opinión pública**

No hay que confundir el aspecto colectivo de la percepción con el concepto de opinión pública. La opinión es definida como el “juicio o valoración que se forma una persona respecto de algo o de alguien” (RAE, 2020). La opinión es entendida como un enunciado del sujeto sobre algo en un momento dado y que deriva en un comportamiento determinado. Es un fenómeno cambiante, inestable y por ende a corto plazo (Atar, 2016). A diferencia del concepto de opinión, el fenómeno perceptivo implica una construcción interna del individuo a largo plazo producto de la interacción de los sentidos con el ambiente influenciado por la cultura.

La opinión pública originalmente se entendió como:

- la libertad de opinar sobre asuntos generales del Estado.
- el carácter público de la opinión según: “el de poder ser ‘publicada’ (poder ser en principio comunicada a todos los miembros de la asociación política y ser conocida por todos ellos) y el de poder ser debatida públicamente (refrendada o refutada) por todos y ante todos” (Aguilar, 2007, p. 127)
- el carácter racional de la opinión pues la opinión ha de ser argumentada.

La opinión pública, hoy en día, es entendida como “el estado de las opiniones agregadas de los miembros de una sociedad relativas a todo aquello que, en cada momento, la sociedad define como público” (Mora y Araujo, 2012, p. 61). Esta concepción que es cambiante en la sociedad, difiere del aspecto colectivo de la percepción, el cual es un proceso continuo de construcción en la conciencia colectiva y no determinado por un momento dado.

### 2.1.5. Las dimensiones de la percepción

Se han descrito determinadas dimensiones que considera útiles para mejorar el estudio de la percepción. Ellas son:

- Tipo de percepción: señala las diferentes modalidades de percepción que corresponden a los sentidos clásicos: vista, oído, tacto, gusto y olfato; a los que se le agrega la propiocepción. La propiocepción “representa la autopercepción de características somáticas o corporales” (Cabanyes, 2000, p. 27). Es el sentido que nos permite percibir la ubicación, y el movimiento de las partes del cuerpo.
- Intensidad perceptiva: Es un componente subjetivo de la percepción y su intensidad está determinada por factores ambientales, neurobiológicos y psicológicos.
- Contenido de la percepción: se refieren a la información que trasmite el estímulo. Estos contenidos pueden ser conscientes o inconscientes (por ejemplo, en el plano subliminal).
- Tono afectivo de la percepción: toda actividad perceptiva lleva una carga afectiva ya sea vinculado directa o indirectamente al estímulo. “La estrecha vinculación entre la actividad receptiva y la afectividad encuentra su explicación en la íntima relación de las vías sensitivas con el sistema límbico” (Cabanyes, 2000, p. 28).

### 2.1.6. Indicadores de la percepción de la ciencia

Las encuestas sobre indicadores de la percepción pública son un marco de referencia para la difusión y comunicación de la ciencia de los organismos oficiales. Además, brindan datos empíricos para el análisis de la percepción pública de la ciencia y la cultura científica de la población; por parte de investigadores especializados. Los indicadores de

percepción pública de la ciencia y la cultura científica (Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2013) se organizan en tres ejes:

Interés: estos indicadores intentan captar la importancia que la sociedad otorga a la investigación científica y al desarrollo tecnológico.

Conocimiento: estos indicadores se utilizan para analizar la comprensión de conceptos científicos que se consideran básicos.

Actitudes: estos indicadores comprenden por un lado las actitudes respecto al financiamiento público de la investigación, y por otro lado la percepción sobre beneficios y riesgos de la ciencia.

La elaboración de los indicadores anteriores por parte de la Unión Europea, Canadá y otros países se ha inspirado en la base metodológica y conceptual de la National Science Foundation (NSF), una institución de Estados Unidos reconocida internacionalmente.

La NSF ha estructurado los indicadores de percepción de la siguiente manera:

#### Indicadores de interés y conocimiento

- El interés del público en temas de ciencia y tecnología de la agenda social.
- El nivel de autovaloración que el público hace sobre sus conocimientos en ciencia y tecnología.
- El nivel de atención del público respecto de las políticas de ciencia y tecnología.

#### Indicadores de actitudes

Se formulan sobre la base de las opiniones del público respecto a los beneficios de la investigación científica o perjuicios que pueda ocasionar la misma. También tiene en cuenta la percepción del público respecto a diferentes temas clave de la agenda social: energía nuclear, entre otros.

### **2.1.7. La percepción y el aprendizaje**

Toda experiencia es un aprendizaje ya que aprendemos de acuerdo a lo que percibimos (Rosales, 2015). Aprender implica la construcción de modelos para interpretar lo que percibimos (Pozo, 1996). Las formas de aprender más simples están relacionadas con el aprendizaje conductual y se asocian a estímulos y respuestas. A su vez, las formas más complejas de aprendizaje dependen de procesos más complejos como la atención, la representación y la memoria (Pozo, 1996). Este último hace referencia al aprendizaje constructivo. El aprendizaje constructivo genera nuevas formas de conocer, no se limita a lo exterior, sino que desarrolla formas de organización del conocimiento dentro del sujeto. En el proceso de construcción del conocimiento hay primeramente una interacción entre la nueva información y las concepciones previas (Porta, 2007). En esa interacción, el estudiante desarrolla “modelos y procesos que permiten la interpretación de la información” (Vilatuña *et al.*, 2012, p. 139).

Las concepciones previas se han considerado “científicamente incorrectas” (Pozo y Carretero, 1987, p. 43), en general forman parte del conocimiento del sujeto y son resistentes al cambio. Suelen ser guiadas por la percepción, la experiencia y el conocimiento cotidiano del alumno. Además, muchas veces son contradictorias debido a que el alumno no siempre es consciente de sus propias ideas. Es por lo tanto en el aula donde se potencia la percepción dado que se resignifican los nuevos contenidos aprendidos, lo cual posibilita una construcción individual y colectiva del conocimiento.

### **2.2. Tecnologías de la Información y la Comunicación en la educación formal**

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se han incorporado a la educación desde distintas realidades y se consideran “tecnologías para el almacenamiento, recuperación, proceso y comunicación de la información”

(Belloch, 2012, p. 2). Existen muchos dispositivos electrónicos dentro del concepto de TIC: por ejemplo, la televisión, el teléfono, el video, la computadora, etc. Las tecnologías más representativas de la sociedad actual son las computadoras, las que nos permiten utilizar aplicaciones informáticas y redes de comunicación como internet.

Las computadoras se incorporan en las aulas como herramientas para el acceso a la información, distribuidas entre los estudiantes y se conectan en red mediante el acceso a internet. Esto permite acceder a los contenidos de los cursos propuestos por los docentes (Bustos y Coll, 2010).

Además de estas herramientas, se encuentran los smartphones, los cuales tienen múltiples ventajas en los procesos de enseñanza y aprendizaje como la comunicación entre docentes y estudiantes (y estudiantes entre sí), su facilidad de uso, el aumento de la motivación y el fomento de la creatividad, entre otros (González-Fernández y Salcines-Talledo, 2015).

La capacidad transformadora de estas tecnologías en el aula está determinada, por un lado, por las herramientas que ellas posean y, por otro lado, por el uso adecuado que les da el estudiante a través de la orientación del docente.

El interés por el estudio del impacto de las TIC en la educación ha aumentado en los últimos años debido a la creciente demanda de estas tecnologías en todos los niveles educativos. Es necesario estudiar la manera en que profesores y estudiantes usan las TIC en el desarrollo de las actividades del aula.

Los usos de las TIC comprenden la mediación y la comunicación entre el docente y sus estudiantes; el seguimiento de las tareas de aprendizaje y la configuración de entornos de aprendizaje (Coll, Mauri y Onrubia, 2008). Estos usos desarrollan determinadas competencias en el estudiante. La competencia es considerada como “un conjunto de conocimientos y de habilidades socioafectivas, psicológicas y motrices que permiten a la persona llevar adecuadamente a cabo una actividad, un papel, una función, utilizando los

conocimientos, actitudes y valores que posee” (García-Valcárcel, 2016, p. 2). Las competencias digitales de los estudiantes según la Sociedad Internacional para la Tecnología en Educación (García-Valcárcel, 2016) son:

- Creatividad e innovación: los estudiantes demuestran pensamiento creativo y desarrollan productos utilizando las TIC. El seguimiento del aprendizaje de los estudiantes se realiza a través de la evaluación sumativa y formadora.
- Comunicación y colaboración: los estudiantes utilizan las TIC para comunicarse y trabajar de forma colaborativa generando instancias de aprendizaje. Las principales ventajas del trabajo colaborativo se han relacionado con el desarrollo de determinadas competencias como la resolución de problemas, la autonomía, entre otras (García-Valcárcel, Basilotta y López, 2013).
- Investigación y localización de la información: los estudiantes utilizan las herramientas digitales para obtener, jerarquizar y utilizar la información.
- Pensamiento crítico, solución de problemas y toma de decisiones.

### **2.3. Entornos virtuales de aprendizaje**

Las TIC constituyen el medio para generar entornos de aprendizaje, en donde el estudiante desarrolle las competencias ya analizadas. Un entorno de aprendizaje es “el conjunto de herramientas, fuentes de información, conexiones y actividades que cada persona utiliza de forma asidua para aprender” (Adell y Castañeda, 2010, p. 7). El entorno de aprendizaje incluye todo aquello que la persona consulta para informarse, además de las personas que le sirven de referencia y los mecanismos de reelaboración de la información para reconstruirla como conocimiento. Este proceso puede darse a través de diferentes plataformas digitales, y eso permite la construcción de los aprendizajes en

los entornos virtuales. Esta construcción requiere de una elaboración interna de los aprendizajes por la estructura cognitiva del estudiante.

Dicha construcción incluye dos tipos de representaciones: por un lado, representaciones sobre el significado del contenido a aprender, por otro lado, representaciones sobre el sentido que tiene para el estudiante, el aprender ese contenido. Además, la disposición de herramientas múltiples de evaluación es necesaria para conocer el grado de aprendizaje de los contenidos enseñados.

La actividad mental que realiza el estudiante no garantiza la construcción del aprendizaje dado que desde lo cognitivo no siempre el individuo desarrolla por sí solo esas habilidades que le permitan aprender y dar significado a los nuevos contenidos. Es por lo anterior que la figura del profesor desde la virtualidad no se trata solamente de brindar información y plantear tareas, implica un proceso de acompañamiento del aprendizaje que permita que el estudiante aprenda ese contenido (Onrubia, 2005). La ayuda que brinda el profesor en la interacción con el estudiante facilita el uso de las herramientas digitales, el aprendizaje y el uso del lenguaje adecuado para transmitir los conocimientos adquiridos. A continuación, se analizan algunas aplicaciones que permiten la interacción entre el docente y los estudiantes para facilitar la comunicación y los aprendizajes:

- El correo electrónico. Permite al profesor establecer contacto personal con el estudiante para la resolución de problemas y orientación del aprendizaje a través del diálogo (Valverde y Garrido, 2005).
- El foro de debate. Es atractivo para los estudiantes dado que permite a través de la interacción con otros, la construcción del conocimiento haciendo uso de la tecnología. Además, permite la contextualización de los contenidos del curso a la realidad científica, social y cultural. (Castro, Suárez y Soto, 2015).

- El chat. Orienta las charlas hacia un clima adecuado de trabajo mediante una comunicación directa y menos formal, y constituye un facilitador para la participación. También permite la reflexión y problematización frente a determinados temas académicos y sociales. Allí se generan espacios para la comunicación interpersonal con el fin de fortalecer los vínculos entre los participantes (Valverde y Garrido, 2005).
- El WhatsApp: Los servicios que brinda son parte del lenguaje natural de los jóvenes de hoy en día. Es por lo tanto una herramienta de apoyo para fortalecer el aprendizaje ya que aproxima mucho más a docentes y estudiantes, facilitando la comunicación entre ellos y el intercambio de información (Trejos, 2018).

#### **2.4. Las plataformas educativas digitales**

El entorno virtual utilizado en esta investigación es la plataforma Schoology LMS (Learning Management System o Sistema de Gestión de Aprendizaje en español), de Plan Ceibal. Es más conocida por docentes y estudiantes como la plataforma CREA. El LMS “puede definirse, a grandes rasgos, como software que permiten la creación y gestión de entornos de aprendizaje online de manera fácil y automatizada. Estas plataformas ofrecen amplias posibilidades de comunicación y colaboración entre diversos actores en el proceso de aprendizaje” (Pineda y Castañeda, 2013, p.1). Se trata de una tecnología basada en la web que permite a los tutores o instructores crear y cargar contenidos, realizar el seguimiento del estudiante, es decir su participación individual y colaborativa en línea (Schlager, 2016).

Los recursos educativos digitales abiertos fueron elaborados por los estudiantes en diversas plataformas e importadas a la plataforma CREA. Algunas de ellas son:

- Educaplay: permite realizar actividades interactivas online y compartirlas en redes sociales como Facebook, Twitter y Google. También es posible exportar las actividades como paquetes para integrarlos en otras plataformas educativas y descargarlas para realizarlas sin conexión a internet.
- Genially: permite diseñar imágenes interactivas, postales, presentaciones, entre otras; a partir de plantillas prediseñadas. Los recursos se pueden compartir en las redes sociales.
- Kahoot!: permite crear juegos interactivos que permitan la participación de una diversidad de personas a través de sus dispositivos móviles. Además, muestra los resultados del juego que pueden utilizarse como instrumento de evaluación.
- Canva: permite diseñar imágenes en diversos formatos como tarjetas, póster, presentaciones, entre otras y compartirlas en redes sociales a través de enlaces o añadirlos a un sitio web.
- Prezi: es una plataforma digital diseñado para crear presentaciones personalizadas o con plantillas prediseñadas y publicarlas en sitios web o redes sociales.
- ExeLearning: es una herramienta que permite generar sitios web completos utilizando plantillas prediseñadas y exportar los recursos en distintos formatos para ser publicados en otros sitios como páginas web institucionales y Schoology LMS. Permite diseñar herramientas de evaluación como el “Objeto de Aprendizaje” (OA). Se trata de una herramienta con cierto grado de interactividad que se utiliza en los procesos de enseñanza y aprendizaje (García Aretio, L., 2005). En ella, el estudiante interactúa con los contenidos

a través de imágenes, cuestionarios, simulaciones, diapositivas, videos, etc.; y realiza una retroalimentación de lo aprendido.

## **2.5. El Aprendizaje Basado en Proyectos**

El trabajo realizado en las plataformas se realizó con la estrategia denominada Aprendizaje Basado en Proyectos (A.B.Pr). El término estrategia tiene su origen en el lenguaje militar y es considerado como una guía de acciones a seguir. En el ámbito educativo, las estrategias son acciones siempre conscientes e intencionales y están relacionadas con el aprendizaje (Monereo, Castelló, Mercè, Palma y Pérez, 1999).

El A.B.Pr. tiene la finalidad de complementar al desarrollo de las clases, con la realización de proyectos contextualizados por parte de los estudiantes. Estos proyectos, permiten integrar la teoría y la práctica, potenciar el trabajo colaborativo y aplicar los conocimientos de las diferentes áreas. (Aristizabal, 2012). Además, “con la aplicación de esta estrategia, los estudiantes definen el propósito de la creación de un producto final, identifican su mercado, investigan la temática, crean un plan para la gestión del proyecto y diseñan y elaboran un producto” (Rodríguez-Sandoval *et al.*, p. 16).

El A.B.Pr. se centra en el estudiante, promoviendo la motivación intrínseca, el trabajo colaborativo y el compromiso durante todas las etapas del proyecto. El docente interviene en la creación de espacios para el aprendizaje en dónde se accede a la información, guía a los estudiantes en sus tareas desde un rol orientador y evalúa los resultados generales. El rol orientador es entendido como una tarea de apoyo y acompañamiento de los estudiantes dentro de la institución educativa. El docente no se conforma sólo con guiar y orientar, sino que intenta que el estudiante crezca como persona

sin desvincularlo del estudio, acompañándolo en el proceso de aprendizaje (Campo-Redondo y Labarca, 2009).

Para desarrollar la estrategia de A.B.Pr. se deben considerar los siguientes componentes básicos: situación o problema, la descripción del proyecto, el cronograma y la evaluación (Aristizábal, 2012).

- Situación o problema: es el encargado describir el tema o problema que el proyecto busca atender o resolver, pues la propuesta surge de una necesidad que tiene la relevancia para ser investigada por los estudiantes, el docente o la institución.
- Descripción del proyecto: es el encargado de explicar, de forma detallada lo que se pretende lograr con la ejecución del proyecto. Explicita la manera como la propuesta atiende la situación o el problema.
- Cronograma: consiste en instrucciones para desarrollar el proyecto. Incluyen la temporalización de las actividades o fases, y el tiempo total disponible para la ejecución del proyecto.
- Evaluación: consiste en el uso de criterios de valoración del desempeño de los estudiantes. Este componente es determinado por el docente, pero deben ser conocidos por los estudiantes y se debe tener en cuenta que se evalúan tanto el proceso de aprendizaje como el producto final.

## **2.6. Contenidos educativos digitales**

### **2.6.1. Características**

Para toda acción educativa necesitamos contenidos que hagan referencia a los aprendizajes que se pretenden lograr. En los entornos virtuales, “los contenidos digitales son los contenidos y materiales multimedia convertidos en digitales, que permiten a los participantes del proceso de aprendizaje buscar, manipular y contrastar la información, apoyados en la colaboración, la participación, la cooperación y la creatividad” (Moya, 2013, p. 5).

Los contenidos educativos digitales se presentan en distintos formatos, algunos de ellos son: texto, sonido, imagen, video y simulaciones.

La diversidad de formato se fundamenta en la diversidad de estilos de aprendizaje: por un lado, permiten la construcción de los aprendizajes y por lado motiva al estudiante dada la interactividad (frente a lo estático de los contenidos educativos tradicionales) de los mismos.

Los contenidos educativos digitales tienen estructura relacional dado que permiten al estudiante relacionarlo con otros recursos como simulaciones, problemas, evaluaciones, etc. Además, están organizados en unidades pequeñas, con formatos atractivos y fáciles de comprender. La información debe captar la atención del estudiante con el uso de recursos audiovisuales. Finalmente, los contenidos educativos presentan la información en distintos formatos e incluyen situaciones contextualizadas (Moya, 2013).

De acuerdo a lo anterior, el diseño de los contenidos digitales educativos exige que se elaboren o se seleccionen para ser usados en una determinada actividad, debiendo cumplir con criterios tales como la interactividad, la motivación, la creatividad, la colaboración y la representación del conocimiento (García-Valcárcel, 2016).

La producción de contenidos digitales interactivos es cada vez más necesaria como modo de comunicación y diversión en la enseñanza (García, F., 2006).

Existe cada vez más una estrecha relación entre el entretenimiento y la educación: la gamificación. “Gamificar es aplicar estrategias (pensamientos y mecánicas) de juegos en contextos no jugables, ajenos a los juegos, con el fin de que las personas adopten ciertos comportamientos” (Oliva, H., 2016, p. 35). Las estrategias utilizadas por los videojuegos, por ejemplo, pueden ser útiles para alcanzar una mayor motivación en el estudiante. El aprendizaje dentro y fuera del aula a través de la gamificación permite al estudiante aprender de forma divertida e interactiva; además los motiva a trabajar de forma colaborativa e interactuar con el profesor (Ortiz-Colón, Jordal y Agredal, 2018).

Este nuevo enfoque educativo exige un cambio de rol del profesor, el cual se convierte en un orientador y gestor de contenidos, creando, seleccionando y organizando todo tipo de materiales en los entornos virtuales (Real, 2018).

La distribución de los contenidos digitales interactivos a través de internet no sólo facilita su difusión, además permiten interactuar con otros contenidos, vincularlos con otra información de la red. Los contenidos son accesibles a todo el mundo, en muchos casos de forma gratuita como lo son la mayoría de las publicaciones de las instituciones públicas educativas.

### **2.6.2. Recursos educativos abiertos**

Los recursos educativos abiertos (REA) permiten desarrollar contenidos educativos digitales y tienen su origen en la década del 90. El concepto de REA “se refiere a cualquier recurso educativo (incluso mapas curriculares, materiales de curso, libros de estudio, streaming de videos, aplicaciones multimedia, podcasts y cualquier material que haya

sido diseñado para la enseñanza y el aprendizaje) que esté plenamente disponible para ser usado por educadores y estudiantes, sin que haya necesidad de pagar regalías o derechos de licencia” (Butcher, 2015, p. 5).

De acuerdo a la concepción anterior, la distribución de los REA debe ser gratuita y accesible, pero no significa que el autor haya renunciado a sus derechos sobre ese material. El surgimiento de licencias abiertas ha sido fuertemente estimulado por el deseo de proteger los derechos de autor (especialmente cuando se encuentran en formato digital) pueden ser fácilmente copiados y compartidos vía internet sin autorización.

Han surgido muchos marcos legales para regular el licenciamiento de los REA. El más conocido de ellos es el marco legal Creative Commons. Proporciona mecanismos jurídicos para garantizar que el autor del material reciba el reconocimiento por su obra, permitiendo que sea compartida, o que se prohíba su uso para actividades comerciales si el autor así lo desea, entre otras posibilidades. Por lo tanto, al someter su obra a una licencia Creative Commons el autor retiene la titularidad sobre ella, pero es consciente de ceder algunos de esos derechos.

Los REA pueden reutilizarse y combinarse con otras herramientas didácticas en el aula. Su uso “tiende a un cambio en el modelo de enseñanza, de aprendizaje y de evaluación”. (Rebollo y Soubirón, 2014, p. 7). Además de la importancia en los procesos de enseñanza y aprendizaje, algunos REA puede considerarse objetos de aprendizaje utilizados en la evaluación de determinados contenidos. Los lineamientos generales para la elaboración de los REA se muestran en la siguiente guía didáctica (Rebollo y Soubirón, 2014):

- Sensibilización de los actores en relación a la propuesta.
- Búsqueda de materiales de información en relación a los REA.
- Comunicación permanente de los actores de los diferentes centros implicados.

- Determinación de un cronograma de actividades de cada equipo de trabajo.
- Intercambio fluido de ideas y de materiales entre las integrantes del equipo.
- Compartición continua de avances de los REA elaborados, en las plataformas y en el aula, para enriquecer el trabajo colaborativo.
- Disponibilidad de los REA para compartir por diversos medios: congresos, publicaciones, páginas web educativas para lograr su aplicación y reutilización por otros actores.

Una vez que el recurso educativo abierto ha sido elaborado y seleccionado el tipo de licencia, debe ser almacenado en un repositorio online para que otros tengan acceso a él. Algunas de las opciones son la utilización del repositorio institucional, la selección de un repositorio abierto, la construcción de los recursos educativos abiertos online o el uso de las redes sociales como Twitter o Facebook (Butcher, 2015).

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Población objetivo**

La investigación fue realizada por el docente de Química, en sus grupos de Bachillerato orientación biológica de las generaciones 2019 y 2020 del Liceo N°1 Dr. Roberto Taruselli de la ciudad de Dolores, Dpto. de Soriano, Uruguay. Se trabajó con dos grupos de 31 y 32 estudiantes, (un total de 63 estudiantes), de las generaciones 2019 y 2020. El grupo control correspondió a estudiantes de otra institución educativa, el Liceo N°1 José María Campos de Mercedes, Depto. Soriano, Uruguay. Fue una muestra aleatoria de 56 estudiantes correspondiente al mismo nivel y orientación biológica.

#### **3.2. Diseño de la investigación**

El diseño metodológico es experimental dado que el investigador interviene en el trabajo de campo de la investigación (Monje, 2011). El rol del docente es orientador y en todo momento interactúa con los estudiantes, fortaleciendo los vínculos en el aula y a través de las plataformas digitales; y promoviendo la construcción de los aprendizajes. Esta investigación es cualitativa. La investigación cualitativa se orienta a la producción de datos como las palabras y los discursos, expresados por las personas en forma hablada y escrita. Además, se enfoca en la conducta observable. (Cueto, 2020). A continuación, se describen las razones por las cuáles esta investigación es cualitativa:

- El investigador, el docente de aula, se acerca a los sujetos que quiere estudiar e interactúa con ellos, produciendo información a partir de la observación y las opiniones de los estudiantes (Cueto, 2020). “El docente investigador es un factor clave en el proceso de aprendizaje de los adolescentes en Educación Media para lo cual debe garantizárseles actividades científicas que posibiliten aprendizajes

significativos...” (Tua, 2020, p. 596). El docente, por lo tanto, debe transformar la realidad que se presenta con sus estudiantes, siendo creativo y crítico; y capaz de implementar estrategias de enseñanza y de aprendizaje con el fin de fortalecer sus prácticas educativas.

- La investigación parte del análisis de la imagen mental de los estudiantes sobre el fenómeno radiactivo y sus aplicaciones. La imagen mental surge a partir de las experiencias y vivencias, y es construida según la realidad del estudiante.
- La investigación tiene el interés de indagar en las posibilidades de la construcción de la imagen perceptiva del estudiante de Enseñanza Media, sobre el fenómeno radiactivo y sus aplicaciones, fundamentada en el conocimiento de la temática. Para ello, propone una serie de contenidos programáticos de la temática de la radiactividad y a partir de la selección de los estudiantes, se elaborarán los recursos educativos abiertos.

### **3.3. Etapas**

#### **3.3.1. Etapa 1. Revisión de la currícula**

Se analizaron qué contenidos se enseñan y qué metodologías se aplican, relacionados al fenómeno radiactivo. El plan de estudios seleccionado es el vigente, el Plan 2006.

Para analizar la secuencia de los contenidos de la radiactividad y la metodología de la currícula, se utilizó la secuencia de enseñanza propuesta por Millar *et al.*, 1990, debido a que dicha secuencia aporta elementos de análisis para la enseñanza de las ciencias.

A continuación, se describen sus cuatro bloques:

- **Orientación fenomenológica.** Implica comenzar con una orientación sobre la experiencia de los estudiantes, ya sea a partir de una imagen de diagnóstico, por ejemplo, una radiografía. Puede incluir una serie de experiencias sensoriales propias del estudiante o el uso de instrumentos de laboratorio como el contador Geiger.
- **Tratamiento macroscópico cualitativo.** Implica la realización de actividades experimentales para diferenciar las ideas previas del estudiante sobre radiación y material radiactivo desde el enfoque cualitativo; con los conceptos separados de radiación y de material radiactivo. Las experiencias promueven el conflicto cognitivo interno. Diferenciados los conceptos de material radiactivo y radiación, se puede proceder al desarrollo teórico-experimental de los conceptos por separado.
- **Tratamiento macroscópico cuantitativo.** Un tratamiento cuantitativo implica el desarrollo de actividades para realizar mediciones de radiación y de material radiactivo.
- **Tratamiento microscópico.** Requiere de la modelización a nivel atómico para explicar cuestiones como: ¿qué le sucede a una fuente radiactiva cuando se emite radiación? ¿Qué sucede cuando se absorbe la radiación? En la modelización son necesarias la participación y la creatividad del estudiante en la elaboración de modelos que le permita analizar los fenómenos estudiados (Aragón-Núñez *et al.*, 2018).

### 3.3.2. Etapa 2. Revisión de los libros de texto

Los libros de texto son concebidos para ser utilizados en la educación y por lo tanto deben responder a las metodologías didáctico del curso (Ocelli y Valeiras, 2013). Además, la mayoría de los libros de texto son elaborados por editoriales y están sujetos a las políticas comerciales. Por lo tanto, es un desafío para las editoriales a través de la metodología adecuada, lograr insertar sus productos en el mercado.

Los libros de texto de ciencias naturales se han adaptado a las reformas educativas, han sufrido transformaciones importantes en cuanto a los contenidos y la metodología. (Maturano y Mazzitelli, 2018). Una de las innovaciones más importante es la incorporación de los materiales visuales en los libros de texto, haciéndolos atractivos. Para realizar la revisión de los libros de texto se tuvieron en cuenta los siguientes componentes epistemológicos (Izaguirre, Rivera y Mustelier, 2010):

- la selección de la fuente de información,
- el análisis de la fuente de información y
- la construcción de los resultados.

Estos tres componentes favorecen el desarrollo de todo un proceso de búsqueda y análisis de la información. La estructura que conforman estos tres componentes permite establecer nexos entre los resultados de la investigación científica y los fundamentos teóricos del área o de la temática a investigar. En esta investigación se hará una revisión bibliográfica sobre el abordaje de la radiactividad de libros de texto de apoyo al programa vigente de Química de segundo año de Bachillerato, orientaciones Biológica y Científica; a partir de la adaptación de los componentes epistemológicos propuestos por Izaguirre *et al.*, 2010:

- La selección de los libros de texto. La misma fue realizada según las recomendaciones establecidas en el Programa de Química propuesto por la inspección de asignatura. Además, se tuvo presente la disponibilidad de los libros de texto en la institución educativa. Se analizaron: Brown *et al.*, 2004; Chang, 2002; Hill y Kolb, 1999; Masterton y Hurley, 2003; y Moore *et al.*, 2000.
- Análisis de los libros de texto. El mismo fue realizado a partir de la secuencia de Millar *et al.*, 1990; con el fin de analizar los componentes: fenomenológico, macroscópico y microscópico. Se analizaron los contenidos y las estrategias de aprendizaje. “Las estrategias de aprendizaje constituyen actividades conscientes e intencionales que guían las acciones a seguir para alcanzar determinadas metas de aprendizaje” (Valle, Barca, González y Núñez, 1999). Son estrategias de aprendizaje, por ejemplo, la realización de un cálculo mental, la resolución de problemas; entre otras (Latorre y Seco del Pozo, 2013).
- Redacción de los resultados. El mismo tuvo en cuenta el estado actual del conocimiento de la temática de la radiactividad en los libros de texto analizados.

### **3.3.3. Etapa 3. La pregunta diagnóstica**

El objetivo de la pregunta diagnóstica es indagar sobre la imagen mental que tiene el estudiante sobre el fenómeno radiactivo. Fue aplicada a través de un formulario de Google. Esta herramienta permite crear, editar o publicar formularios en línea, trabajar individualmente o de forma colaborativa y compartir formularios en sitios web a través de la creación de enlaces.

La pregunta fue:

*La radiactividad es una propiedad de determinados átomos:*

*¿Cuál es tu imagen sobre la Radiactividad? Fundamenta tu respuesta anterior.*

En esta investigación es importante conocer la imagen mental de la radiactividad que tiene el estudiante, para luego indagar sobre la construcción o no de la imagen perceptiva, a través del conocimiento de la temática y la interacción del docente con los estudiantes.

#### **3.3.4. Etapa 4. Elaboración de los REA**

La estrategia implementada por el docente fue el Aprendizaje Basado en Proyectos. Para el diseño de los REA, se adaptó la guía propuesta por Rebollo y Soubirón, 2014, dado el contexto de pandemia que atraviesa el país desde marzo de 2020. La guía se fundamenta en los tres componentes epistemológicos de Izaguirre *et al.*, 2010: la selección de los contenidos para elaborar los recursos, el análisis conceptual de la información y la presentación de los resultados, es decir, los REA elaborados y compartidos en las plataformas. La adaptación de la guía fue la siguiente:

- Presentación del proyecto a cargo del docente y contextualización del mismo.
- Búsqueda de información en relación a los REA. Según los intereses de los estudiantes y con la orientación del docente, el temario se dividió en dos categorías: conceptos generales de la radiactividad y aplicaciones de las radiaciones ionizantes.
- Comunicación permanente de los actores del centro a través de las plataformas: CREA de Plan Ceibal, WhatsApp, entre otros. En la plataforma CREA se creó el grupo “Proyecto de Radiactividad” para el intercambio de la información.
- Determinación de un cronograma de actividades de cada equipo de trabajo. Las instancias de selección, análisis de la información y elaboración de los REA por los estudiantes, se realizaron entre noviembre de 2019 y junio de 2020, en el contexto de la pandemia. En las instancias presenciales a partir de junio de 2020, se realizó la puesta en común y discusión de los recursos elaborados.

- Participación continua de avances de los REA en las plataformas. Los recursos fueron: blogs, objetos de aprendizaje en Exelearning y materiales educativos interactivos en Genially, Educaplay, ¡Kahoot!, entre otros.
- Disponibilidad de los REA elaborados para ser exportados a otros medios digitales para ser compartidos con la comunidad educativa: estudiantes, docentes, familiares, entre otros.

### 3.3.5. Etapa 5. Aplicación y análisis del cuestionario

El objetivo del cuestionario es aportar información sobre la construcción o no, de la imagen perceptiva del estudiante sobre la radiactividad. El cuestionario es un instrumento para la recogida de información” (Arribas, 2004, p. 23). “Tanto las entrevistas como los cuestionarios basan su información en la validez de la información verbal de percepciones, sentimientos, actitudes o conductas que transmite el encuestado” (Arribas, 2004, p. 24). En el diseño del cuestionario hay que tomar en cuenta las características de la población y el sistema de aplicación que va a ser empleado (Aparicio *et al.*, 2009).

Los datos que se pueden obtener con un cuestionario pertenecen a distintas categorías: hechos, opiniones, actitudes y nivel de conocimiento (García, T., 2003).

El cuestionario de esta investigación fue diseñado basado en los tres indicadores de percepción (Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2013):

1. Actitudes. La actitud es consecuencia de la experiencia del sujeto y no se puede observar directamente (Monje, 2011). Por lo tanto, se utilizan escalas en las que se dan afirmaciones o juicios. En este cuestionario se utilizó la escala Likert para indagar sobre las actitudes de los estudiantes durante la elaboración de los REA.

2. Interés: La enseñanza de los contenidos debería en lo posible, ser interesante para el estudiante. Esto aumenta la dedicación e influye en los resultados académicos ya que beneficia el aprendizaje (Dörnyei, 2001). En el cuestionario se utilizó la escala Likert para medir el grado de interés del estudiante en las tareas asignadas.
3. Conocimiento: El conocimiento es un producto social que le permite interactuar al sujeto con otros. Históricamente ha sido determinado por la conducta social y es un punto de referencia del comportamiento y orden social. (Bonilla-Castro y Rodríguez, 2007). En el cuestionario se realizaron preguntas contextualizadas sobre el conocimiento de la radiactividad, las radiaciones ionizantes y sus aplicaciones.

El cuestionario fue el siguiente:

**Las cuestiones 1-4 se refieren a tu experiencia personal con los Recursos Educativos Digitales.**

1)-

a. **¿Qué tanto participaste del Proyecto?** Marca la casilla que corresponda.

1	2	3	4	5
Nada	Poco	Moderadamente	Mucho	Muchísimo

b. **¿Cómo valoraste tu participación en el Proyecto?** Marca la casilla que corresponde.

1	2	3	4	5
Muy mala	Mala	Regular	Buena	Muy buena

**Justifica tu respuesta anterior:** \_\_\_\_\_

---

2)-

a. **¿Mejoró tu comprensión del tema esta forma de trabajo?** Marca la opción correspondiente.

SÍ NO

b. **Justifica tu respuesta anterior.** \_\_\_\_\_

3)-

a. **¿Recomendarías el uso de los Recursos Educativos Digitales a otros estudiantes y docentes?**

Marca la opción correspondiente. SÍ NO

b. **Justifica tu respuesta anterior**

\_\_\_\_\_

---

**4)- Para divulgar los Recursos Educativos Digitales elaborados sugieres:**

Marca tantas opciones como te parezca.

- |  |   |
|--|---|
| - Realizar talleres en otros Centros Educativos. _____ | - Realizar talleres en tu Centro Educativo. _____ |
| - Participar en Clubes de Ciencia. _____               | - Utilizar plataformas digitales. _____           |
| - Visitar los medios de prensa oral y escrita. _____   | - Otro: _____                                     |

Las cuestiones siguientes no tendrán carácter de evaluación sino servirán para diagnosticar tus conocimientos e ideas previas con el fin de mejorar las metodologías de enseñanza y brindar información para esta investigación.

➤ **Las cuestiones 5-8 se refieren a tus conocimientos de las radiaciones y la energía nuclear**

Marca la opción correspondiente.

**5)- Sobre las radiaciones:**

- Las radiaciones son emisiones de energía emitidas exclusivamente por las sustancias radiactivas.
- Hay radiaciones no vinculadas a las sustancias radiactivas como las microondas, ondas de radio o radiación solar.

**6)- Respecto a los dispositivos de uso doméstico como microondas, televisores y celulares:**

- Emiten radiaciones y por lo tanto son radiactivos.
- Emiten radiaciones pero no son radiactivos.
- Ninguna de las anteriores.

**7)- ¿Con qué radiaciones se relaciona el término Radiactividad?**

- Radiaciones alfa, beta, gamma y UV.
- Radiaciones alfa, beta, gamma y radiofrecuencias.
- Radiaciones alfa, beta, gamma y microondas.
- Exclusivamente por radiaciones alfa, beta y gamma

**b. Justifica tu respuesta anterior:** \_\_\_\_\_

**8)- Respecto al uso de la energía nuclear:** Marca la opción correspondiente.

- a) Es una fuente de energía barata y que no genera ningún tipo de problemas ambientales.
- b) Es una fuente de energía limpia y barata y relativamente segura ya que los accidentes han sido escasos a lo largo de su historia.
- c) Es una fuente de energía barata pero sumamente peligrosa ya que ha generado numerosos accidentes a lo largo de su historia.
- d) Es una fuente de energía sucia, costosa y que genera grandes problemas ambientales.

➤ **Las cuestiones 9-13 se refieren a tus ideas sobre las radiaciones ionizantes**

**9)-**

**a. ¿Consideras que las radiaciones utilizadas para el tratamiento del cáncer en Medicina Nuclear son beneficiosas para la salud?** Marca la opción correspondiente. SÍ NO

**b. Justifica tu respuesta anterior.** \_\_\_\_\_

**10)-**

**a. ¿Consideras que las radiaciones utilizadas para el diagnóstico en Medicina Nuclear son beneficiosas para la salud?** Marca la opción correspondiente. SÍ NO

11)-

a. **¿Consideras que en Uruguay hay suficiente información de las aplicaciones de las radiaciones ionizantes?**

Marca la opción correspondiente. SÍ NO

b. **Justifica tu respuesta anterior:** \_\_\_\_\_

---

12)-

a. **¿Estarías de acuerdo que en tu país se utilizara material médico esterilizado previamente con radiaciones ionizantes?** Marca la opción correspondiente. SÍ NO

b. **Justifica tu respuesta anterior:** \_\_\_\_\_

---

13)- **¿Cuál es tu opinión sobre la instalación de un reactor nuclear para generar electricidad a pocos kilómetros de la ciudad en que vives?**

a. Estoy de acuerdo.

b. No estoy de acuerdo.

c. No tengo una opinión al respecto.

**Justifica tu respuesta anterior:** \_\_\_\_\_

---

14)- **Habiendo finalizado el proyecto ¿consideras que has cambiado tu percepción de la Radioquímica?**

Marca la casilla correspondiente.

a. No ha cambiado, mantengo una percepción negativa.

b. No ha cambiado, mantengo una percepción positiva.

c. Ha cambiado, ahora tengo una percepción más favorable.

d. Ha cambiado, ahora tengo una percepción más desfavorable.

e. Otra (especificar).

---

Para su validación, el cuestionario fue sometido al juicio de expertos. Se trata de una opinión informada de personas con trayectoria académica y reconocidas por otras. El juicio de ellos debe reunir dos criterios: validez y fiabilidad (Robles y Rojas, 2015). Los tres expertos cualificados consultados en esta investigación fueron:

- **Lourdes Torres**

Ingeniera en Electrónica, Especialista en Aplicaciones Tecnológicas de la Energía Nuclear, Doctora en Ciencias de la Ingeniería. Investigadora en el Departamento de Reactores de Investigación de la Comisión Nacional de Energía Atómica, profesora adjunta del Instituto Balseiro y de la Universidad Nacional de Río Negro. Directora del proyecto Aplicaciones en Reactores de Investigación y del proyecto de capacitación y divulgación “Las radiaciones en la vida cotidiana”.

- **María Noel Rodríguez Ayán**

Doctora en Metodología de las Ciencias del Comportamiento por la Universidad Autónoma de Madrid, Facultad de Psicología. Química Farmacéutica por la Universidad de la República. Profesora Agregada de la Unidad Académica de Educación Química (Unadeq), actualmente en régimen de Docente Libre. Encargada de la Unadeq durante 2002-2018 a cargo del seguimiento del Plan de Estudios 2000 de la Facultad de Química, del diseño de indicadores de rendimiento académico, así como del diseño y validación de instrumentos de medición psicológica y educativa.

- **Manuel Nieto**

Profesor de Química egresado del Instituto de Profesores Artigas.

Posgrado: “Especialista en Gestión de Centros Educativos”.

Magíster: “Educación: especialista en Curriculum y Evaluación”.

Diploma: “Evaluación de los aprendizajes”

Inspector Nacional de Química en Educación Secundaria con experiencia en orientación de educadores, gestión de centros educativos, formación de docentes y producción de materiales educativos en diferentes formatos.

**3.3.6. Etapa 6. Publicación de los resultados.** En: <http://www.liceo1dolores.com/>

## 4. ANÁLISIS Y RESULTADOS

### 4.1. Revisión de los programas de estudio

#### 4.1.1. Planes 1976, 1994 y 2003

En Uruguay, desde fines de los años 70 del siglo XX hasta la actualidad han surgido diversos planes de estudio en Educación Media (ver Anexo 1). Para contextualizar los cambios curriculares, se hizo una revisión de los contenidos de la radiactividad abordados en los programas de Bachillerato orientaciones Biológica y Científica de los planes 1976, 1994 y 2003; no vigentes en la actualidad. En estos planes, la radiactividad es abordada en el curso de 3° año de Bachillerato. En las diferentes propuestas programáticas, ha habido cambios en el rol del docente y del estudiante. En la adaptación del Plan 1976 realizada en 1982, se propone la figura del docente como orientador.

#### METODOLOGÍA.

Al planificar el curso el Profesor tendrá en cuenta los objetivos generales del programa a partir de los que diseñará los objetivos específicos para cada unidad.

A través de todos los cursos de Química se ha insistido en la necesidad de lograr que el alumno realice un aprendizaje significativo, desempeñe un rol activo para lo cual el Profesor procurará en las situaciones de acción didáctica, utilizar formas de trabajo (métodos) y recursos para el tratamiento de los contenidos que tienden a tener en cuenta lo establecido anteriormente.

La función orientadora que desempeñará el Profesor en el proceso enseñanza-aprendizaje implica que la clase magistral no sea el único método de enseñanza.

En el caso en que el Profesor de teórico no tenga a su cargo los subgrupos de práctico, teniendo en cuenta que la unidad deberá ser concebida en forma global.

Las evaluaciones a realizar serán coherentes con las metodologías empleadas.

Es deseable que el alumno adquiera en este curso algunas nociones fundamentales en forma sólida, que realice un aprendizaje en función de sus intereses y del medio en que vive.

El planteo de problemas es clave cuando con los mismos se trata de guiar al alumno y de desarrollar cualidades como su capacidad para razonar, su creatividad y su capacidad para transferir la situación de aprendizaje.

Se sugiere la lectura de las consideraciones generales del programa de 5° año, que complementarán la orientación del Profesor para planificar el programa de 6° año.

#### Imagen 1: Metodología de la adaptación del Plan 1976

Como se observa en la imagen 1, el docente, que tradicionalmente dicta sus clases magistrales, pasa a ocupar un rol de orientador de los aprendizajes de los estudiantes. El estudiante pasa de una actitud más pasiva y receptiva a ser activo en la construcción de sus aprendizajes. En el Plan 1994 se afirma el rol del docente como guía y orientador, como se muestra en la imagen 2.

## METODOLOGÍA

Al finalizar el curso, el profesor tendrá en cuenta los objetivos generales del programa a partir de los que diseñará los objetivos específicos para cada unidad.

El profesor actuará como guía y orientador en el proceso enseñanza - aprendizaje.

El desarrollo de cada una de las unidades del curso teórico debe ser coordinado con el curso de actividades experimentales que se propone, cuando corresponda.

La inclusión de un trabajo de investigación en el curso práctico, trata de reforzar el rol participativo y creativo que debe desempeñar el alumno.

### Imagen 2: Metodología del Plan 1994

El rol del docente orientador de los procesos de enseñanza y aprendizaje, como los trabajos de investigación, permiten al estudiante ser más activos en la construcción de sus saberes, promoviendo la participación y la creatividad.

En el plan 2003, se continúan reforzando las estrategias anteriores y el uso de las TIC para la búsqueda de información y elaboración de los trabajos. La imagen 3 muestra algunas sugerencias metodológicas del plan 2003:

#### Sugerencias metodológicas

Además de los textos de Química de nivel universitario -Brown, Le May y Bursten, séptima edición- Chang, séptima edición- Masterton y Hurley, cuarta edición- es conveniente que los temas interdisciplinarios incluidos en esta unidad sean consultados en libros, revistas, videos, software y sitios Web con enfoques diferentes: Química, Física, Cosmología, Astronomía, Filosofía, Historia de la Segunda Guerra Mundial, Medicina nuclear, biografías, Premios Nobel, cuentos o novelas de ficción científica, etc.

La revista *La Recherche* y su versión española *Mundo Científico* (que no es exactamente igual a la original francesa), y la revista *Investigación y Ciencia*, son excelentes fuentes de información actualizada y amena, tanto en texto escrito como en imágenes.

Los distintos temas se pueden encontrar en Internet escribiendo directamente las palabras en el buscador utilizado: tokamak, centellograma, supercuerdas, gato de Schrödinger, etc.

### Imagen 3: Sugerencias metodológicas del Plan 2003

Se propone la interdisciplinariedad para el abordaje de diferentes temáticas, el uso de revistas científicas de fuentes confiables y de internet (herramienta relacionada a la implementación de las TIC, fuera y dentro del aula) para que el estudiante pueda acceder fácilmente a la información.

La radiactividad no es un tema fundamental en estos planes. Por lo tanto, no hay lineamientos específicos sobre las metodologías sugeridas para el abordaje de la temática.

De acuerdo a la secuencia propuesta por Millar, no se parte de las experiencias de los estudiantes (no hay un tratamiento fenomenológico de la temática) ni tampoco se explicita el uso de los contadores Geiger para la realización de experiencias en dónde se detecten y analicen diversas fuentes radiactivas. Tampoco se observa un tratamiento macroscópico cualitativo dado que no parte de la experiencia del estudiante para diferenciar los conceptos claves de la temática: radiación, sustancia radiactiva, entre otros.

La metodología sugerida en estos programas se basa en dos bloques de análisis: el tratamiento macroscópico cuantitativo ya que introduce el concepto de decaimiento radiactivo para calcular la actividad radiactiva en función del tiempo, y por otro lado el tratamiento microscópico del fenómeno radiactivo a partir de la modelización del átomo y sus partes. Además, se sugiere la modelización del fenómeno radiactivo como estrategia metodológica, desde lo interdisciplinar. Esto integra contenidos de Química con otras disciplinas como Física, Biología, etc., para favorecer el proceso de aprendizaje. Finalmente, los programas de estudio sugieren el abordaje de la energía nuclear y sus aplicaciones en la medicina principalmente, contenidos importantes a tener en cuenta para la comprensión de la temática (Millar *et al.*, 1900).

#### **4.1.2. Plan 2006**

En este plan vigente en los cursos de Bachillerato, la temática de la radiactividad es abordada en el programa de Química de 2° año, orientaciones Biológica y Científica. Se encuentra el primer módulo denominado “Estructura de la materia” como se observa en la imagen 4.

**Contenidos generales del módulo**

1. El núcleo atómico y sus transformaciones
  - 1.1. Estructura nuclear
  - 1.2. Radiactividad
  - 1.3. Reacciones de desintegración
  - 1.4. Reacciones de fisión y fusión
2. Periferia atómica
  - 2.1. Espectro electromagnético y espectros de los s
  - 2.2. Niveles de energía y orbitales atómicos.
  - 2.3. Configuraciones electrónicas
3. Sistema periódico
  - 3.1. Tabla periódica
  - 3.2. Periodicidad de las propiedades de los s
4. Interacciones intramoleculares
  - 4.1. Enlace covalente.
  - 4.2. Estructuras de Lewis
  - 4.3. Teoría de enlace – valencia
5. Estructura molecular
  - 5.1. TRPEEV: geometría molecular
  - 5.2. Momento dipolar de las moléculas
  - 5.3. Hibridación
6. Estereoisomería
  - 6.1. Configuración y conformación
  - 6.2. Isomería: geométrica y óptica
7. Interacciones intermoleculares
8. Temas de contextualización

**Imagen 4: Módulo 1 – Estructura de la materia**

Los objetivos y contenidos del módulo 1 se muestran a continuación, en la imagen 5:

Objetivos Específicos	Contenidos Mínimos	Contenidos de Profundización	Contenidos de contextualización
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconocer las características principales del núcleo atómico, y de sus partículas fundamentales.</li> <li>• Identificar y predecir el grado de estabilidad de un núcleo atómico en función de su energía de enlace por nucleón.</li> <li>• Comprender la naturaleza de las diferentes desintegraciones nucleares y escribir las correspondientes ecuaciones.</li> <li>• Explicar las transformaciones ocurridas en los núcleos como forma de alcanzar una mayor estabilidad.</li> <li>• Comprender la naturaleza probabilística del modelo mecánico cuántico de la periferia atómica.</li> <li>• Realizar configuraciones electrónicas para s de Z=18.</li> <li>• Identificar los electrones de valencia.</li> <li>• Comprender los criterios de organización del Sistema Periódico y aplicarlos.</li> </ul>	<p>Nucleones, nucleidos e isótopos. Estabilidad nuclear</p> <p>Energía de enlace por nucleón</p> <p>Radiactividad natural e inducida Desintegraciones nucleares. Ecuaciones de desintegración. Transformaciones energéticas. Reacciones de fisión y fusión</p> <p>Cuantización de la energía Niveles de energía. Orbitales y tipos de orbital. Configuración electrónica de s.</p> <p>Estructura electrónica y Tabla Periódica. Propiedades periódicas: radio atómico, energía de ionización, electronegatividad.</p>	<p>Modelos de núcleo atómico.</p> <p>Actividad. Becquerel. Obtención de radioisótopos artificiales. Efectos biológicos de las radiaciones. Gray y Rem. Cinética nuclear. Vida media.</p> <p>Evolución del modelo atómico. Dualidad onda partícula. Principio de incertidumbre. Función de onda. Números cuánticos.</p> <p>Características generales de los grupos de algunos s representativos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reactores nucleares.</li> <li>• El accidente de Chernobyl</li> <li>• Aplicaciones de la tecnología nuclear en medicina, ingeniería, conservación de alimentos y agricultura.</li> <li>• Datación.</li> <li>• Funcionamiento de un fotocolorímetro</li> <li>• La química de la atmósfera: luz solar, energía para la tierra</li> <li>• El laser y el funcionamiento de los lectores de CD.</li> <li>• Efectos sobre la salud de la <i>radiación extremadamente baja (ELF)</i>.</li> </ul>

**Imagen 5: Objetivos y contenidos del módulo 1**

Para el abordaje de los temas, el plan 2006 propone dos estrategias claves como lo son la selección de los contenidos y la modelización:

1- La selección de los contenidos. La selección es una estrategia que desarrolla la objetividad y racionalidad del estudiante (Rojas, 2011). Si se desea mayor comprensión de los conceptos de Química, debe reducirse la cantidad de contenidos conceptuales o en todo caso ser tratados desde un enfoque cualitativo. También es necesaria la selección de los contenidos por el docente, la cual estará determinada por la “estructura lógica de la

disciplina, su potencial explicativo, su nivel de complejidad y su relevancia funcional y social” (Caamaño, 2006, p. 158). En este plan de estudios, el docente hace una selección de los contenidos propuestos y los contextualiza teniendo en cuenta la realidad del estudiante. Además, en la propuesta programática se sugiere profundizar contenidos de actualidad vinculados a la materia y sus transformaciones. Uno de ellos es la cinética del decaimiento radiactivo desde un abordaje interdisciplinar.

Si bien el enfoque fenomenológico propuesto por Millar se manifiesta en temas como los estados de la materia y las soluciones químicas, no se explicita en el tratamiento de la radiactividad. Además, en el desarrollo de la temática de la radiactividad, no se profundiza en el enfoque macroscópico cualitativo dado que no parte de las experiencias de los estudiantes para abordar dicha temática. Sin embargo, se evidencia el enfoque macroscópico cuantitativo en el tratamiento del decaimiento radiactivo a partir de la ley de desintegración radiactiva.

2. La modelización. Permite que los aprendizajes pasen de la teoría a la práctica, relacionados con otros campos de conocimiento como la Física (Rojas, 2011). Los estilos del aprendizaje basado en modelos “han ido acrecentando el protagonismo del alumno en la construcción crítica” del conocimiento (Oliva, J., 2019, p. 8). Además, permite la comprensión más allá de la memorización de hechos, ecuaciones, etc. El estudio de la temática debería abordarse desde lo cualitativo a partir del uso de modelos, como se expresa en la currícula. “El abordaje de los procesos radiactivos, considerando los contenidos mínimos, debe ser fundamentalmente desde el punto de vista cualitativo, de tal manera que el alumno pueda comprender los modelos que explican las causas de inestabilidad nuclear y los cambios que ocurren a este nivel que determinan alcanzar una mayor estabilidad”. (Plan Reformulación, 2006, p. 10).

Aquí se manifiesta el enfoque microscópico propuesto por Millar, dado que se espera que el estudiante pueda comprender las causas de la inestabilidad nuclear y los cambios que se producen en el núcleo atómico a partir de la modelización.

#### 4.2. Revisión bibliográfica

En el análisis primario de los libros de texto se han estudiado las principales estrategias de aprendizaje que se plantean en los mismos. En la tabla 1 se resumen las más importantes presentes en los libros de texto:

Libro	Estrategias de aprendizaje
Brown <i>et al.</i> , 2004	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resolución de problemas.</li> <li>• Interpretación de cuadro de datos.</li> <li>• Modelización.</li> <li>• Lecturas comentadas.</li> <li>• Análisis gráfico.</li> <li>• Análisis de imágenes.</li> <li>• Planteo de ejercicios complementarios integradores que necesitan para su resolución, integrar diferentes conceptos estudiados.</li> </ul>
Chang, 2002	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resolución de problemas.</li> <li>• Interpretación de cuadro de datos.</li> <li>• Modelización.</li> <li>• Lecturas comentadas.</li> <li>• Análisis gráfico.</li> <li>• Análisis de imágenes.</li> <li>• Planteo de ejercicios complementarios para profundizar en la temática.</li> </ul>
Hill y Kolb, 1999	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resolución de problemas sencillos.</li> <li>• Interpretación de cuadro de datos.</li> <li>• Modelización.</li> <li>• Lecturas comentadas.</li> <li>• Búsqueda y selección de información complementaria.</li> <li>• Análisis de imágenes.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plantea ejercicios complementarios contextualizados sobre la temática y propone preguntas de proyectos.</li> </ul>
Masterton y Hurley, 2003	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resolución de problemas.</li> <li>• Interpretación de cuadro de datos.</li> <li>• Lecturas comentadas.</li> <li>• Análisis gráfico.</li> <li>• Planteo de ejercicios de profundización, los cuáles se resuelven mediante cálculos.</li> </ul>
Moore <i>et al.</i> , 2000	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretación de cuadro de datos.</li> <li>• Resolución de problemas.</li> <li>• Análisis de imágenes.</li> <li>• Planteo de problemas complementarios de desafío conceptual para profundizar en la temática.</li> </ul>

**Tabla 1: Estrategias de aprendizaje de los libros de texto**

De la tabla anterior se concluye que es muy amplia la gama de estrategias de aprendizaje propuestas en los libros, lo que permite al docente, facilitar la enseñanza de los contenidos y al estudiante desarrollar competencias para mejorar la comprensión de los saberes. “Las actividades que realiza el estudiante en el aula y fuera de ella, son estrategias de aprendizaje diseñadas por el profesor para que el estudiante desarrolle habilidades mentales y aprenda contenidos” (Medina, 2017, p. 126). Algunos ejemplos se describen a continuación.

La imagen 6 corresponde a la resolución de problemas. En la misma se observa una guía para su resolución. El estudiante se enfrenta a una situación en la que deberá aplicar los contenidos trabajados en el curso: concepto de N/Z vinculado a la estructura nuclear y las ecuaciones de emisiones radiactivas.

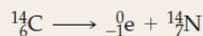
**EJERCICIO TIPO 21.3**

Prediga el modo de desintegración del (a) carbono 14; (b) xenón 118.

**Solución**

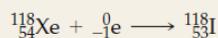
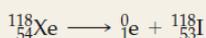
**Análisis y estrategia:** Se pide predecir las modalidades de desintegración de dos núcleos. Para ello se deben calcular las relaciones de neutrones a protones y comparar estos valores con los de núcleos que se encuentran dentro del cinturón de estabilidad de la figura 21.2.

**Resolución:** (a) El número atómico del carbono es 6. Por tanto, el carbono 14 tiene 6 protones y  $14 - 6 = 8$  neutrones, lo que da una razón de neutrones a protones de  $\frac{8}{6} = 1.3$ . Normalmente, los elementos de número atómico pequeño tienen núcleos estables con números aproximadamente iguales de neutrones y protones. Así pues, el carbono 14 tiene una razón de neutrones a protones grande, y es de esperar que se desintegre emitiendo una partícula beta:



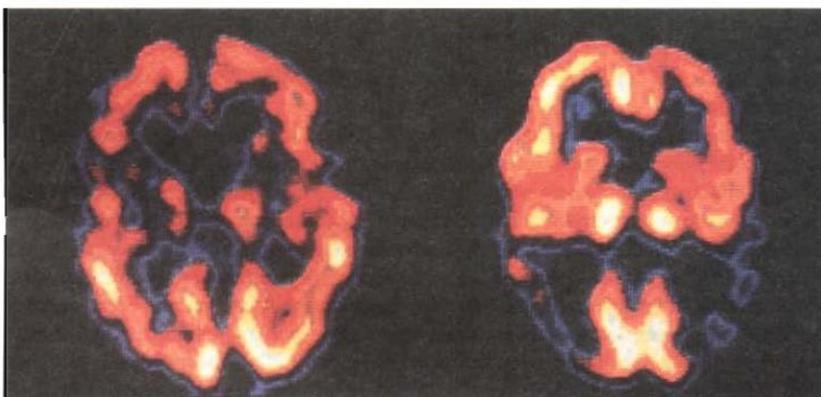
Éste es en efecto el modo de desintegración que se observa en el carbono 14.

(b) El número atómico del xenón es 54. Por tanto, el xenón 118 tiene 54 protones y  $118 - 54 = 64$  neutrones, lo que representa una razón de neutrones a protones de  $\frac{64}{54} = 1.2$ . De acuerdo con la figura 21.2, los núcleos estables de esta región del cinturón de estabilidad muestran relaciones de neutrones a protones más grandes que el xenón 118. El núcleo puede aumentar esta razón ya sea emitiendo un positrón o capturando un electrón:



**Imagen 6: Problema y solución. Extraído de Brown *et al.*, 2004, p. 836**

La imagen 7 aporta información sobre el uso de las radiaciones ionizantes para la obtención de imágenes funcionales en la medicina. El análisis crítico es una de las estrategias de aprendizaje fundamentales abordadas por Latorre y Seco del Pozo, 2013.



**FIGURA 23.18** *Imágenes del cerebro obtenidas con un compuesto marcado con yodo-123. Izquierda: un cerebro normal. Derecha: el cerebro de un paciente con enfermedad de Alzheimer.*

**Imagen 7: Chang, 2002, p. 933**

Analizando las estrategias metodológicas propuestas y los contenidos de los libros de texto (ver Anexo 2), se realizan las siguientes puntualizaciones:

- Se aplican diversas estrategias para presentar y discutir los contenidos con un diseño atractivo: ejercicios resueltos, lecturas con imágenes, análisis de cuadros, entre otras.
- Los libros de texto no definen los conceptos claves de la temática como “radiación” y “material radiactivo”.
- En general no hay un enfoque fenomenológico de la radiactividad, no se parte del análisis del fenómeno radiactivo, excepto Brown *et al.*, 2004 y Chang, 2002.
- El enfoque más destacado en la secuencia de contenidos es el macroscópico cuantitativo dado que los libros de texto, en general, desarrollan ecuaciones para determinar la actividad radiactiva y de esta manera permiten cuantificarla.
- Además, se manifiesta el enfoque microscópico dado el uso de modelos corpusculares para explicar el fenómeno radiactivo. En el enfoque que se le da a la radiactividad en los libros de texto, tiene mayor trascendencia el desarrollo de las bombas nucleares y su impacto en la sociedad y el ambiente. También se mencionan los beneficios de la radiactividad en la industria y en la medicina (especialmente el diagnóstico).

En general, los libros de texto analizan el fenómeno radiactivo desde un enfoque descriptivo, no lo relacionan con la experiencia del sujeto; lo que dificulta el interés por la temática y la construcción del aprendizaje (Pozo, 1996). El grado de abstracción en la modelización del fenómeno radiactivo sin previa conceptualización de los conceptos claves como “radiación ionizante” y “material radiactivo”, dificulta la enseñanza de la temática. Los libros de texto introducen ilustraciones en sus páginas, si bien esto no garantiza el aprendizaje de la información (Perales y Jiménez, 2002), los hace más atractivos para la lectura de los estudiantes.

Respecto a las radiaciones ionizantes, si bien se describen las aplicaciones bélicas y las consecuencias negativas en el ambiente, también se mencionan las aplicaciones en la medicina. Este último, es un punto acertado de los libros de texto, dado que la mayoría de los estudiantes conoce alguna de estas aplicaciones.

### 4.3. Pregunta diagnóstica

En esta investigación, es importante conocer la imagen mental de la radiactividad que tiene el estudiante, para luego indagar sobre la construcción o no de la imagen perceptiva.

A continuación, se realiza el análisis de la pregunta diagnóstica:

*La radiactividad es una propiedad de determinados átomos:*

*¿Cuál es tu imagen sobre la Radiactividad? Fundamenta tu respuesta anterior.*

En la tabla 2 se presenta la cantidad de estudiantes que seleccionaron las diferentes opciones de respuesta.

<b>Mala</b>	<b>Buena</b>	<b>Indiferente</b>
44 estudiantes	14 estudiantes	11 estudiantes

**Tabla 2: Resultados de la pregunta diagnóstica**

El 64% de los estudiantes tuvo una mala imagen de la radiactividad. La imagen del estudiantado uruguayo no difiere de la observada en la bibliografía consultada (Cornejo *et al.*, 2009; Corbelle y Domínguez, 2015).

En la tabla 3 se categorizan los argumentos de los estudiantes.

<b>Mala imagen</b>	<b>Categoría</b>					
	<b>Peligrosa para la salud</b>	<b>Peligrosa para el ambiente</b>	<b>Accidentes nucleares</b>	<b>Daño a los alimentos</b>	<b>No conoce el tema</b>	<b>Sin argumento</b>
	25 estudiantes	6 estudiantes	1 estudiante	1 estudiante	8 estudiantes	3 estudiantes
<b>Buena imagen</b>	<b>Categoría</b>					
	<b>Investigación científica</b>	<b>Usos en medicina e industria</b>	<b>Escuchó del tema</b>	<b>Sin argumento</b>		
	2 estudiantes	1 estudiante	1 estudiante	10 estudiantes		
<b>Indiferente</b>	<b>Categoría</b>					
	<b>Es buena y mala según el uso</b>	<b>No conoce el tema</b>	<b>No le llama la atención</b>	<b>Sin argumento</b>		
	4 estudiantes	2 estudiantes	1 estudiante	4 estudiantes		

**Tabla 3: Categorías de los argumentos**

Se refleja en la mayoría de los estudiantes, los mismos argumentos de la imagen negativa de la radiactividad desarrollados en la bibliografía (Millar *et al.*, 1990; Cornejo *et al.*, 2009; Corbelle y Domínguez, 2016). Los principales argumentos son:

- Problemas para la salud – 57%
- Desconocimiento del tema – 18%
- Peligrosidad para el ambiente – 14%

Respecto a los estudiantes que tienen una buena imagen de la radiactividad, el 71% no fundamentaron su elección. Este dato no es aislado: del total de indagados, el 42% no conoce el tema o no fundamenta su imagen de la radiactividad. Esto refleja, por un lado, el desconocimiento de la temática de la radiactividad observada en la bibliografía (Millar *et al.*, 1990; Cornejo *et al.*, 2009) y por otro, que no hay una imagen perceptiva fundamentada de la temática (Cabanyes, 2000).

#### **4.4. Elaboración de los REA**

Las actividades del proceso de elaboración de los recursos educativos abiertos se desarrollaron en grupos de 2 a 4 estudiantes, trabajando en la modalidad virtual.

El docente propuso la temática de la radiactividad y los estudiantes seleccionaron los siguientes contenidos distribuidos en dos categorías:

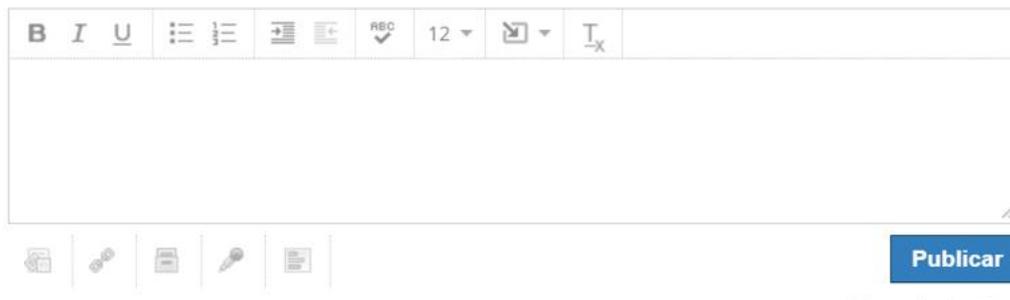
**Categoría 1:** Radiactividad, radiactividad natural y artificial, y radiaciones ionizantes.

**Categoría 2:** Aplicaciones de las radiaciones ionizantes.

El tiempo estimado fue de 30 horas de trabajo, distribuidas en 3 horas semanales entre los meses de marzo y junio de 2020. Durante el proceso, los estudiantes se comunicaron con el docente a través de WhatsApp, el correo electrónico, los foros de discusión y mensajería de la plataforma CREA de Plan Ceibal. Desde la virtualidad, el docente evaluaba tanto los avances de los recursos elaborados como el producto final, es decir, el recurso educativo abierto. Una vez reanudada la modalidad presencial de los cursos curriculares en junio, se realizó la socialización de los productos elaborados en el aula y una evaluación sumativa sobre los mismos. La imagen 8 corresponde al “Proyecto de Radiactividad”, un espacio creado en la plataforma CREA dónde los estudiantes compartían sus recursos.

## Proyecto de Radiactividad 🧑🧑

Liceo N° 1 Dolores - Dr. Roberto Taruselli - Soriano



Más recientes ▾

### GARY AGUSTIN ERRAMUSPE RODRIGUEZ

Los Recursos Educativos Digitales elaborados serán publicados en la Página Liceal y en esta plataforma:



Aplicaciones médicas de las radiaciones ionizantes

<https://ceibal.schoology.com/course/2423967083/materials/package/2582717801/launch>

Vie 12 Jun, 2020 at 12:44 pm Comentario · Me gusta

### Imagen 8: Proyecto de Radiactividad

A continuación, se seleccionaron los siguientes REA elaborados por los estudiantes.

#### 4.4.1. Categoría 1

**REA N°1:**

[https://es.educaplay.com/recursos-educativos/6259805-recurso\\_interactivo.html](https://es.educaplay.com/recursos-educativos/6259805-recurso_interactivo.html)

El recurso de la imagen 9 es una ruleta de conceptos que se relacionan con imágenes y textos. Es novedoso, fácil de crear e interactivo porque permite al estudiante hacer la retroalimentación de la actividad, al comparar sus respuestas con las predeterminadas.

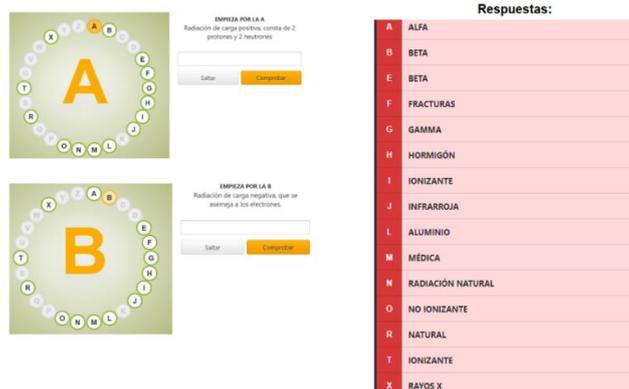


Imagen 9: REA N°1

## REA N°2:

<https://create.kahoot.it/share/radiaciones-alfa-beta-gama-x-y-positronica/45e3cc47-485f-4851-8fe6-54de200b468b>

El recurso de las imágenes 10 y 11 permite resolver situaciones relacionando las diferentes opciones con las imágenes. Es interactivo y permite evaluar los conceptos trabajados. Se puede aplicar a grupos de estudiantes o individualmente. Al final del juego, la plataforma publica el puntaje de acuerdo a los aciertos y el tiempo requerido.

1 - Prueba

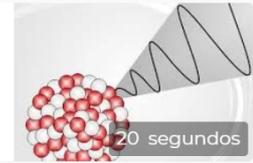
### Radiación alfa, en qué consiste



- Consiste en electrones emitidos en el proceso de desintegración ✗
- Consiste en núcleos de helio (formados por dos protones y dos neutrones) ✓
- Fotones de alta energía ✗

2 - Verdadero o falso

Los rayos gamma son fotones de alta energía



True



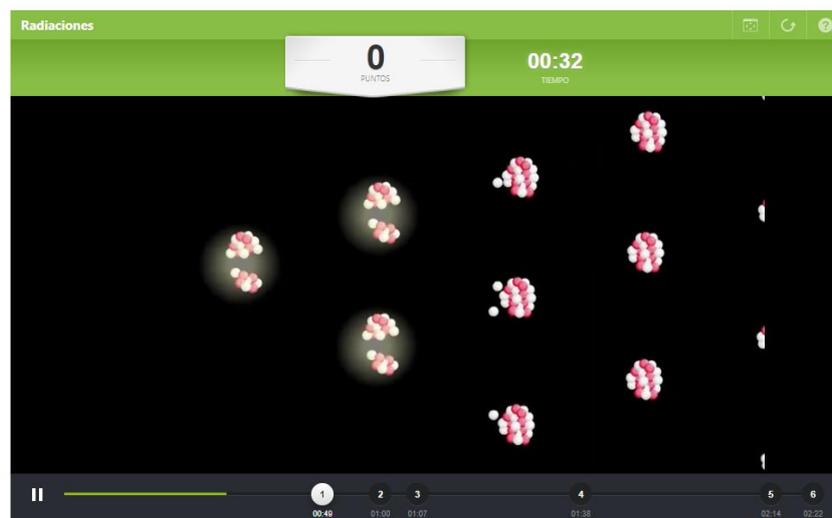
False



### Imágenes 10 y 11: REA N°2

REA N°3: <https://es.educaplay.com/recursos-educativos/6155668-radiacion.html>

El recurso interactivo de las imágenes 12, 13 y 14 permite completar frases de un video predeterminado. Constituye otra forma de evaluar al estudiante y realizar coevaluaciones.



1. Responde a la siguiente pregunta  
¿Cuales particulas?

Posibles respuestas

1. Alfa beta gamma
2. beta alfa gamma
3. gamma alfa beta

Radiaciones

32 PUNTOS

00:23 TIEMPO

Respuesta correcta

2. Responde a la siguiente pregunta se da en los elementos

mas livianos

mas pesados

### Imágenes 12, 13 y 14: REA N°3

#### REA N°4:

[https://es.educaplay.com/recursos-educativos/6165555-radiactividad\\_nat\\_y\\_art.html](https://es.educaplay.com/recursos-educativos/6165555-radiactividad_nat_y_art.html)

El recurso interactivo de las imágenes 15 y 16 permite al estudiante aplicar conceptos relacionados con la radiactividad natural artificial y sus fuentes principales. La plataforma permite que el estudiante registre su puntuación de acuerdo a los aciertos y el tiempo estimado.

Radiactividad Nat y Art

100 PUNTOS

00:03 TIEMPO



Radiactividad Nat y Art

¿Has oído hablar acerca del tema?

Si

No

Radiactividad Nat y Art

100 PUNTOS

00:21 TIEMPO

5.



Radiactividad Nat y Art

En algunas zonas de la India, la radiactividad es 10 veces mayor que la media europea. ¿Qué hay allí, para que esto sea posible?

Tu respuesta

Imágenes 15 y 16: REA N°4

#### 4.4.2. Categoría 2

##### REA N°5: el blog

<https://aplicacionesgammaybeta.blogspot.com/2019/11/aplicaciones-de-la-radiacion-beta-y.html>

Este blog (imágenes 17 y 18) fue elaborado en el mes de noviembre de 2019 por un grupo de estudiantes y reeditado en el primer semestre de 2020. Contiene información de las principales aplicaciones de las radiaciones beta y gamma en nuestro país y la región.

#### ← Aplicación de Beta y Gamma en Uruguay



##### Tomografía por emisión de positrones (TEP):

Da información sobre la función de los órganos. Se utilizan radionucleidos emisores de positrones de corta vida.

Se utiliza un circuito de coincidencia. Los elementos utilizados como emisores de positrones están unidos por enlaces covalentes y se encuentran en varias estructuras bioquímicas y de fármacos.

Los positrones son emitidos con un espectro continuo de energía. El rango de energía tiene un impacto práctico que degrada la resolución en PET. El positrón se recombina con un electrón en una reacción de aniquilación.

Se producen dos radiaciones gamma con momento opuesto, a 180°, con una energía de 511 keV. Estas radiaciones de

**Tomografía por emisión de positrones (TEP):**

Da información sobre la función de los órganos. Se utilizan radionucleidos emisores de positrones de corta vida.

Se utiliza un circuito de coincidencia. Los elementos utilizados como emisores de positrones están unidos por enlaces covalentes y se encuentran en varias estructuras bioquímicas y de fármacos.

Los positrones son emitidos con un espectro continuo de energía. El rango de energía tiene un impacto práctico que degrada la resolución en PET. El positrón se recombina con un electrón en una reacción de aniquilación.

Se producen dos radiaciones gamma con momento opuesto, a 180°, con una energía de 511 keV. Estas radiaciones de aniquilación son las que detecta el PET.



**Imágenes 17 y 18: REA N°5**

## REA N°6: el Objeto de Aprendizaje

<https://ceibal.schoolology.com/course/2423967083/materials/package/2582717801/launch>

El OA de la imagen 19 contiene evaluaciones interactivas sobre ideas previas, información de las aplicaciones médicas de las radiaciones ionizantes en Uruguay y una retroalimentación de los conceptos desarrollados en el recurso.

**Imagen 19: REA N°6**

**REA N°7:** [https://es.educaplay.com/recursos-educativos/7093987-energia\\_nuclear.html](https://es.educaplay.com/recursos-educativos/7093987-energia_nuclear.html)

El recurso consiste en relacionar grupos de conceptos. En la imagen 20 se relaciona la fecha y el accidente de Chernobyl. Es un recurso interactivo que permite evaluar el progreso del estudiante y muestra la puntuación de acuerdo al número de aciertos.

The screenshot shows an interactive quiz interface for 'Energía nuclear'. At the top, there is a green header with the title 'Energía nuclear' and icons for home, back, refresh, and help. Below the header, there are three main indicators: '0/2 NUM. INTENTOS', '100 PUNTOS', and '00:04 TIEMPO'. A green bar below the indicators reads 'Respuesta correcta Grupo Correcto'. The main area contains several boxes with text: '26 de abril de 1986', 'Energía liberada espontánea o artificialmente en las reacciones nucleares.', 'Accidente de Fukushima', 'Energía nuclear', '11 de marzo de 2011', 'Instalación capaz de iniciar, controlar y mantener las reacciones nucleares', 'Accidente de Chernobyl', 'Residuo radiactivo', 'Reactor nuclear', and 'Cualquier material o producto de desecho, para el cual no está previsto ningún uso, que contiene o está contaminado con radionucleidos.'. The box 'Accidente de Chernobyl' is highlighted in green, indicating it is the correct answer for the current question.

**Imagen 20: REA N°7**

**REA N°8:**

<https://view.genial.ly/5eccc2a621100f0db05f7fa0/dossier-chernobyl-y-radiactividad>

El recurso interactivo de la imagen 21 permite conocer el accidente de Chernobyl y repasa las principales radiaciones ionizantes relacionadas con el fenómeno radiactivo. Relaciona imágenes con los conceptos trabajados en el curso.

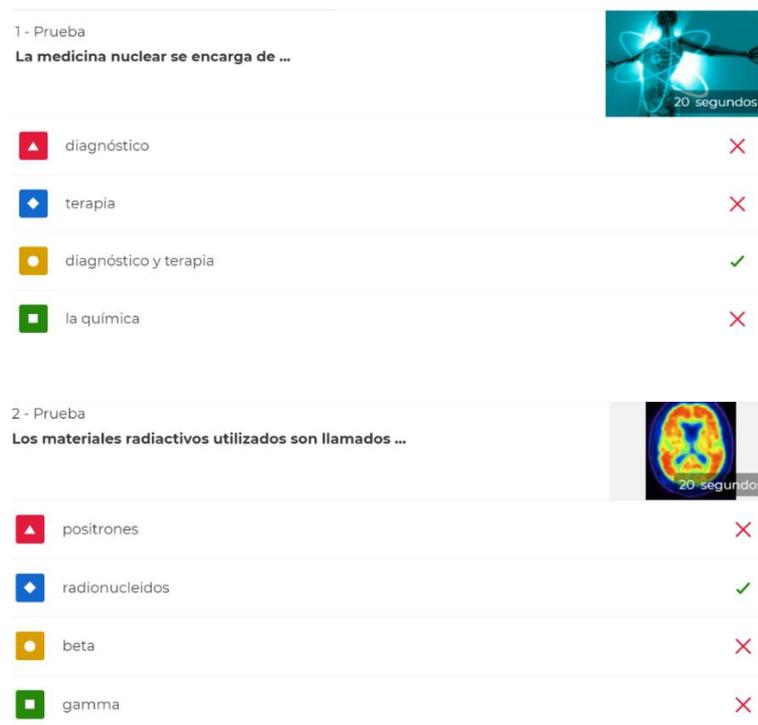


Imagen 21: REA N°8

### REA N°9:

<https://create.kahoot.it/share/medicina-nuclear/50d64296-f935-44c3-9bfb-666e72494171>

El recurso interactivo de las imágenes 22 y 23 permite jugar en grupos de estudiantes. Una vez terminado el juego, la plataforma muestra los puntajes en función de los aciertos y del tiempo estimado.



Imágenes 22 y 23: REA N°9

#### 4.5. El cuestionario

A continuación, se presentan los resultados del análisis de las respuestas del cuestionario aplicado a los estudiantes que participaron en la elaboración de los REA y al grupo control.

##### Preguntas 1-4

Se aplicaron a los estudiantes que participaron en la elaboración de los REA. Se indagó sobre las actitudes y el interés percibidos.

1-

a) *¿Qué tanto participaste del proyecto? Nada: 1* *Muchísimo: 5*  
*Justifica tu respuesta.*

1	2	3	4	5	Media: 3,3
2 estudiantes	5 estudiantes	29 estudiantes	24 estudiantes	3 estudiantes	Moda: 3
					Mediana: 3

**Tabla 4: Resultados de la pregunta 1-a**

En general, los estudiantes participaron en todas las actividades propuestas. El 89% de los estudiantes (N=56) consideraron que lograron una participación favorable como se observa en los siguientes argumentos de los estudiantes:

- "Mis trabajos tuvieron buena nota, corregí todo lo que el profesor me comentó y yo creo que la presentación y contenido también está bien".
- "Cumplí con mis tareas, más allá de ello estudié sobre la información que nos dejaba en crea".

La participación activa se vio reflejada en la interacción entre los estudiantes y el docente, a través de las plataformas, como se observó en la bibliografía consultada (Coll, Mauri y Onrubia, 2007; Coll *et al.*, 2008). El intercambio de la información y

socialización de los recursos elaborados se realizó de forma exitosa a través de la virtualidad y se complementó con el trabajo realizado en el aula.

b) *¿Cómo valoraste tu participación en el proyecto? Muy mala: 1                      Muy buena: 5*  
*Justifica tu respuesta.*

1	2	3	4	5	Media: 3,9
2 estudiantes	2 estudiantes	6 estudiantes	43 estudiantes	10 estudiantes	Moda: 4
					Mediana: 4

**Tabla 5: Resultados de la pregunta 1-b**

En general, la valoración personal de los estudiantes fue buena. El 94% de los estudiantes (N=59) admitieron una valoración favorable en su participación dado que realizaron todas las actividades: búsqueda de la información, elaboración de los recursos educativos y realización del cuestionario.

Algunos de los argumentos de los estudiantes que evidencian lo anterior, son:

- "Quedé muy conforme con el resultado y creo que fue un buen aporte"
- "Intenté que mis respuestas fueran claras y entendibles, puse imágenes y demás cosas, básicamente hice el proyecto con la idea de que, si alguien leyese eso, tuviera en claro el tema"

La participación de la mayoría de los estudiantes en las plataformas fue activa y desarrollaron algunas de las competencias digitales señaladas en la bibliografía (García-Valcárcel, 2016).

2- *¿Mejóro tu comprensión del tema esta forma de trabajo? Justifica tu respuesta.*

Sí	No
54 estudiantes	9 estudiantes

**Tabla 6: Resultados de la pregunta 2**

El 86% de los estudiantes consideraron que mejoró la comprensión del tema, como se observa en algunos de sus argumentos:

- "Porque fue entretenido y busqué mucha información para poder hacerlos y entendí y aprendí cosas"
- "Aprendí muchas cosas sobre el tema, tener que realizar recursos interactivos me obligó a leer e interiorizarme en el tema"

El trabajo desde la virtualidad a través de las plataformas digitales mejoró los aprendizajes de los estudiantes de acuerdo a lo observado en la bibliografía (Bustos y Coll, 2010).

Los estudiantes sostienen que la selección de la información, elaboración y publicación de los REA; mejoró la comprensión de los temas. En general, la mayoría del estudiantado asume que no tenía un buen manejo previo de los conceptos trabajados en este proyecto.

El 14% de los estudiantes manifestaron no haber mejorado la comprensión del tema, como se observa a continuación en algunos de sus argumentos:

- "No lo hice"
- "Cuesta mucho el aprendizaje por medio de una plataforma"

En general, los argumentos son el no haber participado de las actividades del proyecto y las dificultades de aprendizaje a través de la plataforma CREA, debido a los problemas de conectividad a internet en sus hogares.

3- *¿Recomendarías el uso de los REA a otros estudiantes y docentes?  
Justifica tu respuesta.*

Sí	No
88,9%	11,1%

**Tabla 7: Resultados de la pregunta 3**

El 89% de los estudiantes recomendaron el uso de los REA, como se observa en los siguientes argumentos:

- "Son un medio donde la información se puede adquirir de forma distinta y más entretenida, es más efectiva y obliga al usuario a interactuar con los distintos recursos mediante la elaboración de sopa de letras, crucigramas, etc."
- "Lo súper recomiendo. Luego de investigar, logré manejar las aplicaciones. Lo veo muy positivo, a pesar que me lleva un montón de tiempo. Lo veo así porque en un futuro universitario, los Recursos Educativos son extremadamente necesarios. Y está muy lindo saber manejarlos desde un tiempo temprano"

La mayoría los recomienda porque constituyen una manera divertida de aprender, son interactivos, innovadores desde la didáctica y fáciles de utilizar. Estos estudiantes reconocen la importancia de los recursos digitales como herramientas innovadoras e interactivas para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de los contenidos según lo señalado en la bibliografía consultada (Rebollo y Soubirón, 2014; Real, 2018).

El 11% restante sostuvo que no los recomendaría debido a los problemas de manejo de las plataformas. Algunos argumentos que fundamentan lo anterior son: "ya que es un poco difícil de usar y entender desde mi punto de vista" y "prefiero una educación presencial".

*4- Para divulgar los Recursos Educativos Abiertos elaborados sugieres: (marca tantas opciones como te parezca).*

Realizar talleres en otros Centros Educativos	40 estudiantes
Participar en Clubes de Ciencia	15 estudiantes
Visitar los medios de prensa oral y escrita	11 estudiantes
Realizar talleres en tu Centro Educativo	44 estudiantes
Utilizar plataformas digitales	44 estudiantes
Otra respuesta: Hacer juegos	1 estudiante

**Tabla 8: Resultados de la pregunta 4**

Dado el desconocimiento general que existe de los beneficios de la radiactividad, es necesaria la divulgación de la temática a través de los estudiantes que participaron en todas las actividades del proyecto. El 70% de los estudiantes sugirió el uso del taller como estrategia de divulgación de los REA y, por ende, de la temática de la radiactividad. El taller como estrategia metodológica aplicado en el aula permite integrar los conceptos desde la teoría con la práctica. En este proceso de interacción entre el docente y los estudiantes, se generan espacios de reflexión, creatividad y autonomía, haciendo del estudiante un “sujeto activo” (Aponte, 2015, p. 51).

La temática de la radiactividad se introduce en el curso de Química de tercer año de Ciclo Básico y luego se desarrolla en el curso de segundo año de Bachillerato. La posibilidad de realizar talleres por estudiantes de segundo año de Bachillerato dirigidos a la población de Ciclo Básico, es una estrategia innovadora que permite la interacción y el aprendizaje entre pares. El aprendizaje entre pares es una estrategia de formación continua que permite intercambiar saberes, analizar experiencias de trabajo en el aula, apropiarse de nuevos conocimientos y aumentar los niveles de empatía y confianza en el grupo de aprendizaje (Barrera, 2008). En el aula, es posible implementar (acompañando el aprendizaje entre pares) las tutorías entre pares como estrategia pedagógica para fortalecer la participación y el compromiso de los estudiantes en el proceso educativo (Cardozo-Ortiz, 2011).

El uso de las plataformas digitales es fundamental para acompañar el proceso de aprendizaje (Real, 2018; Coll *et al.*, 2008). La implementación de las plataformas digitales fue otra estrategia sugerida por el 63% de los estudiantes, la cual se puede complementar con el taller pedagógico.

### Preguntas 5-8

Se refieren a los conocimientos sobre la temática y se aplicaron tanto a los estudiantes del grupo experimental como a los estudiantes del grupo control.

5)- *Sobre las radiaciones (marca una opción):*

- a) *Son emisiones de energía emitidas exclusivamente por las sustancias radiactivas.*  
 b) *Hay radiaciones no vinculadas a las sustancias radiactivas como las microondas, ondas de radio o radiación solar.*

Ítem	Grupo experimental	Grupo de control
a	23,8%	37,5%
b	76,2%	62,5%

**Tabla 9: Resultados de la pregunta 5**

La mayoría de los estudiantes de ambos grupos respondieron con acierto que además de las radiaciones que emiten las sustancias radiactivas, existen otras radiaciones a las que nos exponemos y provienen de fuentes naturales y artificiales. Estas radiaciones pertenecen al espectro electromagnético, no son ionizantes y tienen menos energía que las ionizantes (Torres, 2018).

6- *Respecto a los dispositivos de uso doméstico como microondas, televisores y celulares:*

- a) *Emiten radiaciones y por lo tanto son radiactivos.*  
 b) *Emiten radiaciones, pero no son radiactivos.*  
 c) *Ninguna de las anteriores.*

Ítem	Grupo experimental	Grupo de control
a	19%	23,2%
b	76,2%	57,2%
c	14,3%	19,6%

**Tabla 10: Resultados de la pregunta 6**

En ambos grupos, la mayoría de los estudiantes reconocieron con acierto que los electrodomésticos mencionados, emiten radiaciones, pero no son radiactivos. Hay más respuestas acertadas en el grupo experimental.

7- *¿Con qué radiaciones se relaciona el término Radiactividad? Justifica tu respuesta.*

Ítem	Grupo experimental	Grupo de control
Alfa, beta, gamma y UV	14,3%	14,3%
Alfa, beta, gamma y microondas	—	5,4%
Alfa, beta, gamma y radiofrecuencias	—	8,9%
Exclusivamente por alfa, beta y gamma	85,7%	71,4%

**Tabla 11: Resultados de la pregunta 7**

- La mayoría de los estudiantes del grupo experimental respondieron con acierto que las radiaciones alfa, beta y gamma se relacionan con la radiactividad. Algunos de los argumentos son: “Las radiaciones ionizantes generadas en la desintegración radiactiva pueden ser de tres tipos, esas serían la alfa, beta y gamma” “Se trata de emisiones de alta energía”.
- En general, los estudiantes del grupo experimental argumentaron que las radiaciones alfa, beta y gamma han sido trabajaron en clase y se relacionan con las aplicaciones en medicina, industria, etc. Se observa que el hecho de trabajar los contenidos en clase, permitió que la mayoría de los estudiantes reconociera con acierto las principales emisiones radiactivas.
- En el grupo control la mayoría respondieron con acierto y argumentaron haber escuchado de los tipos de radiaciones y las relacionan con lo trabajado en los años anteriores. Los argumentos de estos estudiantes no son tan fundamentados como los observados en el grupo experimental. Por ejemplo, un argumento de un estudiante del grupo control fue: “ el término radiactividad hace referencia a

emisiones de muy alta energía que pueden ser de carácter puramente electromagnético”. Aquí no se tiene en cuenta que las radiaciones alfa y beta son corpusculares. Otro argumento fue: “un material que contenga partículas alfa, partículas beta o gama, se considerará radiactivo”. En este enunciado se desconoce que las partículas alfa, beta y gamma no forman parte de la composición de los materiales.

8- Respecto al uso de la energía nuclear (marca la opción correspondiente):

a) Es una fuente de energía barata y que no genera ningún tipo de problemas ambientales.

b) Es una fuente de energía limpia y barata y relativamente segura ya que los accidentes han sido escasos a lo largo de su historia.

c) Es una fuente de energía barata pero sumamente peligrosa ya que ha generado numerosos accidentes a lo largo de su historia.

d) Es una fuente de energía sucia, costosa y que genera grandes problemas ambientales.

Ítem	Grupo experimental	Grupo de control
a	4,8%	7,1%
b	50,8%	16,1%
c	30,1%	26,8%
d	14,3%	50,0%

**Tabla 12: Resultados de la pregunta 8**

- La mayoría de los estudiantes del grupo experimental sostuvo con acierto que la energía nuclear es limpia y segura. Hay estudiantes que tienen fuertes concepciones previas y continúan sosteniendo que la energía nuclear genera grandes problemas ambientales.
- En esta pregunta se evidenció que la mayoría de los estudiantes del grupo control sostuvieron que la energía nuclear es sucia, costoso y genera grandes problemas

ambientales, desconociendo por lo tanto el manejo seguro de la misma y el tratamiento de los desechos radiactivos. Este desconocimiento de las características y el uso de la energía nuclear no es diferente al que se analizó en los antecedentes de esta investigación (Millar *et al.*, 1990; Corbelle y Domínguez, 2016; Torres, 2018).

### Preguntas 9-13

Se refieren a las ideas sobre las radiaciones ionizantes y se aplicaron tanto al grupo experimental como al grupo de control.

9- *¿Consideras que las radiaciones utilizadas para el tratamiento del cáncer en Medicina Nuclear son beneficiosas para la salud? Justifica tu respuesta.*

Ítem	Grupo experimental	Grupo de control
Sí	69,8%	82,1%
No	30,2%	17,9%

**Tabla 13: Resultados de la pregunta 9**

- La mayoría de los estudiantes de ambos grupos sostuvo que el uso de radiaciones para el tratamiento del cáncer es beneficioso. Algunos argumentos son:

#### Grupo experimental:

“Para la medicina nuclear se utilizan muy pequeñas cantidades de materiales radiactivos. Muchos estudios realizados con radiactividad son muy importantes para tratar el cáncer u otras enfermedades”. “Considero que si son buenos algunos tratamientos ya que a algunas personas les quita el cáncer, pero a medida que pasan por estas etapas de radiaciones el cuerpo las va sintiendo de manera negativa ya que a algunas personas se les cae el pelo o se sienten débiles o también con náuseas, etc.”

Grupo control:

“Si bien tienen efectos adversos son efectivos y han salvado vidas, también es verdad que son muy invasivos y es necesario la existencia de nuevos tratamientos”. “Pero no significa que no deje residuos dañinos”. Aquí se evidencia un error conceptual debido a que los tratamientos tienen cada vez más especificidad y son menos invasivos para el paciente.

- El argumento más importante de ambos grupos es que las radiaciones permiten salvar vidas mejorando la calidad de la misma. Además, la mayoría de los estudiantes encuestados plantearon haber escuchado sobre el tratamiento del cáncer con radiaciones.
- Los estudiantes que sostuvieron que es peligroso el uso de las radiaciones argumentaron por un lado que las radiaciones tienen efectos secundarios sobre el cuerpo humano, por otro lado, varios desconocen el uso de las radiaciones en el tratamiento del cáncer.
- Se observó una postura más favorable en el grupo control, pero con escasos argumentos, lo que evidencia una postura más fundamentada en el grupo experimental. La postura menos favorable del grupo experimental se fundamenta en que sus estudiantes conocen tanto los beneficios como los riesgos del uso de radiaciones ionizantes en estos procedimientos.

*10- ¿Consideras que las radiaciones utilizadas para el diagnóstico en Medicina Nuclear son beneficiosas para la salud? Justifica tu respuesta.*

Ítem	Grupo experimental	Grupo de control
Sí	58,7%	71,4%
No	41,3%	28,6%

**Tabla 14: Resultados de la pregunta 10**

- La mayoría de los estudiantes de ambos grupos sostuvieron que las radiaciones utilizadas para el diagnóstico son beneficiosas para la salud, y argumentan que el uso de radiaciones ha permitido mejorar la calidad de vida del paciente.

Algunos argumentos son:

Grupo experimental:

“Ayudan a encontrar tumores dañinos para nuestro cuerpo”. “Ya que permite obtener imágenes del interior de las personas”. “Pueden tener a largo plazo pérdida del cabello, reacciones alérgicas”.

Grupo control:

"No tengo un porque exacto para responder". "Xq si".

“Si las usan serán buenas si”. “En grandes casos la radioterapia ayuda a prolongar y mejorar el estilo de vida del individuo”.

- En el grupo experimental, hubo una postura más fundamentada, por ejemplo, quienes consideran que las radiaciones no son beneficiosas para la salud, argumentan que el uso de radiaciones puede provocar daño a largo plazo en los pacientes (tumores, deformaciones, etc.). Al igual que en las respuestas de la pregunta anterior, se observó que el conocimiento de los beneficios, pero también de los riesgos del uso de las radiaciones ionizantes en el diagnóstico, reflejó una postura menos favorable que en el grupo control.
- En el grupo control, hubo estudiantes que no lograron justificar su respuesta debido a la falta de información que tienen sobre la temática.

11)- *¿Consideras que en Uruguay hay suficiente información de las aplicaciones de las radiaciones ionizantes? Justifica tu respuesta.*

Ítem	Grupo experimental	Grupo de control
Sí	6,3%	12,5%
No	93,7%	87,5%

**Tabla 15: Resultados de la pregunta 11**

- La mayoría de ambos grupos consideraron que la gente desconoce la información debido a que los profesionales no la difunden, tampoco se hablan estos temas en la opinión pública ni en los centros educativos, como se observa en los siguientes argumentos de los estudiantes:

Grupo experimental:

“Más que nada hallo que hay poca información tanto a nivel estudiantil como a nivel científico”. “Creo que la gente tiene a las radiaciones como algo muy malo, por lo que se debería informar más a la población sobre el tema”

Grupo control:

“No sabría responder ya que no tengo conocimiento sobre este tipo de radiaciones”. “Por ejemplo los rayos ultravioletas”. En este último argumento se evidencia un error conceptual dado que los rayos ultravioletas no son radiactivos.

12)- *¿Estarías de acuerdo que en tu país se utilizara material médico esterilizado previamente con radiaciones ionizantes? Justifica tu respuesta.*

Ítem	Grupo experimental	Grupo de control
Sí	76,2%	60,7%
No	23,8%	39,3%

**Tabla 16: Resultados de la pregunta 12**

- La mayoría de los estudiantes de ambos grupos estuvo de acuerdo con la esterilización del material médico con radiaciones. Algunos argumentos son:

Grupo experimental:

“Si se informa y no es algo peligroso estaría bueno que se utilizara”.

“Si se utilizan de buena manera, no lo veo como un peligro para la salud de las personas”. “Se garantizaría la seguridad de los materiales médicos ya que estarían libres de bacterias”.

Grupo control:

“Supongo que no, ya que por lo general los mayores avances tecnológicos en la salud y en la vida en general son en países primermundistas, o países bastante desarrollados”. “En realidad no estoy tan informada en ese aspecto”

“Considero que se deben evitar las radiaciones en la medicina”

- Ambos grupos argumentaron que sería un avance tecnológico importante para el país y que es un método eficiente siempre que se haga un buen uso de las radiaciones.
- Los estudiantes que no estuvieron de acuerdo argumentaron no tener mucha información del tema. Otros sostuvieron que sería muy costoso para el Estado y prefieren los métodos que se utilizan actualmente para esterilizar el material médico.

13- *¿Cuál es tu opinión sobre la instalación de un reactor nuclear para generar electricidad a pocos kilómetros de la ciudad en que vives? Justifica tu respuesta.*

Ítem	Grupo experimental	Grupo de control
Estoy de acuerdo	17,5%	23,2%
No estoy de acuerdo	38,1%	39,3%
No tengo una opinión	44,4%	37,5%

**Tabla 17: Resultados de la pregunta 13**

- La mayoría de ambos grupos no estuvo de acuerdo con la instalación del reactor nuclear. Si bien ambos grupos son de comunidades educativas diferentes, Uruguay no tiene reactores nucleares en funcionamiento y en la opinión pública no se ha debatido hoy en día su instalación. La discusión sobre las ventajas y desventajas de los mismo no se ha dado entre nuestros jóvenes y no hay suficiente información en la opinión pública ni en los medios de comunicación.
- En general, la mayoría del grupo experimental sostuvo que la energía nuclear puede generar desechos en el ambiente y también accidentes nucleares, como se observó en el siguiente argumento: "No estoy de acuerdo, porque puede haber una falla y afectar al pueblo cercano".
- La mayoría de los estudiantes del grupo control consideraron que la energía producida es muy contaminante y perjudicial para la salud, ideas previas observadas en la bibliografía consultada (Pérez-Díaz y Rodríguez, 2007). Uno de los argumentos que afirma lo anterior fue el siguiente: "considero que estaría de acuerdo si estuviera lo suficientemente lejos de la ciudad ya que estas son muy peligrosas y contaminan mucho".
- Además, la sensación del miedo está presente como se observó en otro de los argumentos: "me daría miedo tener un reactor nuclear cerca del lugar en el que vivo, por las historias de reactores nucleares que he visto".
- La minoría de los estudiantes de ambos grupos estuvieron de acuerdo con la instalación del reactor nuclear y sostienen que produce una energía limpia, no contaminante y sin riesgos para la salud. Sin embargo, algunos estudiantes sostuvieron que estarían de acuerdo "siempre y cuando los residuos nucleares sean

tratados de forma adecuada” y “los reactores nucleares deben estar ubicados a una distancia prudencial de los habitantes, por el riesgo de que ocurra un accidente”.

- Quienes no tienen una opinión al respecto argumentaron que no tienen información sobre el funcionamiento de los mismos ni conocen las ventajas y desventajas del uso de los mismos. Uno de los argumentos que valida lo anterior fue: “no estoy informada al respecto”. Desde la bibliografía consultada, la falta de información no logra formar una opinión argumentada (Aguilar, 2007).

#### Pregunta 14

La pregunta fue aplicada al grupo experimental, luego de la elaboración de los REA.

*Habiendo finalizado el proyecto: ¿consideras que has cambiado tu percepción de la Radiactividad?*

No ha cambiado, mantengo una percepción negativa	12,7%
No ha cambiado, mantengo una percepción positiva	23,8%
Ha cambiado, ahora tengo una percepción más favorable	63,5%
Ha cambiado, ahora tengo una percepción más desfavorable	—

**Tabla 18: Resultados de la pregunta 14**

- La mayoría de los estudiantes ha cambiado su percepción de la radiactividad y manifestaron tener una percepción más favorable adquirida durante la ejecución del proyecto.
- Del total de encuestados, el 87% de los estudiantes consideraron tener una imagen positiva de la radiactividad, ahora fundamentada en el conocimiento de la temática.

## 5. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

- La currícula del Plan 2006 de Uruguay, al igual que los libros de texto utilizados como soporte teórico, no profundizan en algunos conceptos claves de la radiactividad como “radiación ionizante” y “sustancia radiactiva”, haciendo un abordaje más cuantitativo de la temática estudiada.
- En general, no hay un abordaje fenomenológico de la radiactividad dado que no se tiene en cuenta las experiencias del estudiante como punto clave de partida para un estudio teórico-conceptual posterior.
- Sí hay un abordaje macroscópico cuantitativo a través de las ecuaciones que permiten calcular las actividades radiactivas, como también un abordaje microscópico a partir de la modelización del fenómeno radiactivo. La currícula sugiere para el trabajo experimental con las radiaciones, el uso del contador Geiger, pero no establece lineamientos claros de análisis que integren la teoría con la práctica. La mayoría de los instrumentos de detección de radiaciones utilizados en los centros educativos uruguayos de Enseñanza Media no están calibrados y no permiten contrastar las actividades radiactivas calculadas con las empíricas.
- Teniendo en cuenta lo anterior, considero que se requiere de un cambio conceptual en la currícula y de los libros de texto que potencien el rol activo del estudiante a través de la experimentación del fenómeno radiactivo, lo que permita la construcción de sus aprendizajes de esta temática.
- La imagen negativa de la radiactividad del estudiantado uruguayo no difiere de la observada en la región y en otros países del mundo, de acuerdo a la bibliografía consultada. Los accidentes nucleares a lo largo de la historia, los problemas para la salud, así como el desconocimiento de la temática son factores que han incidido.

- Al analizar los argumentos de las preguntas conceptuales del grupo experimental, dónde se trabajó con la metodología denominada Aprendizaje Basado en Proyectos, se observó una mayor fundamentación de los mismos. Se concluye que la enseñanza de la radiactividad a través de la metodología empleada fortaleció la comprensión de los temas y mejoró el conocimiento de la temática.
- La mayoría de los estudiantes han mejorado su percepción de la radiactividad, y tienen una imagen perceptiva más favorable fundamentada en el conocimiento.
- El trabajo a través de las plataformas educativas potenció las competencias digitales como la búsqueda de información, el trabajo colaborativo, la creatividad y reflexión de los estudiantes. Estas competencias son interdisciplinarias, por lo que pueden ayudar al estudiante en los cursos de otras disciplinas.
- Se recomienda a los docentes de Química y a los docentes de otras disciplinas, fortalecer sus prácticas educativas desarrollando las competencias digitales en entornos virtuales y promoviendo el rol activo del estudiante, a partir del uso de recursos educativos abiertos; con el fin de mejorar la calidad de los aprendizajes.
- Siendo la formación docente un pilar fundamental en la enseñanza de los contenidos, sugiero investigar sobre qué contenidos se enseñan, qué metodologías se aplican, y qué ideas previas tienen los estudiantes de profesorado sobre la temática de la radiactividad. En Uruguay no hay antecedentes de estudios realizados en esta línea de investigación.

## 6. ANEXOS

### 1. Programas de Educación Media

CONSEJO DE EDUCACION SECUNDARIA  
INSPECCION GENERAL DOCENTE

INSPECCIÓN DE QUÍMICA

PROGRAMA DE 3º AÑO BACHILLERATO DIVERSIFICADO 1976

#### OBJETIVOS GENERALES:

- 1.- Revisar, profundizar e interpretar algunos temas ya estudiados en cursos anteriores e introducir temas nuevos que contribuyan a la formación científica del estudiante.
- 2.- Incentivar la creatividad del alumno y su capacidad para resolver situaciones problemáticas.
- 3.- Vincular al estudiante con hechos de la vida cotidiana mediante la incorporación de temas que despierten su interés y que pongan en evidencia las aplicaciones y la incidencia de la Química en el mundo actual.
- 4.- Desarrollar en el alumno la capacidad para realizar el análisis crítico de las informaciones recibidas.
- 5.- Proporcionar la preparación necesaria para continuar estudios superiores.

El Profesor deberá tener en cuenta estos objetivos generales al diseñar los objetivos específicos de cada una de las unidades.

#### METODOLOGÍA.

Al planificar el curso el Profesor tendrá en cuenta los objetivos generales del programa a partir de los que diseñará los objetivos específicos para cada unidad.

A través de todos los cursos de Química se ha insistido en la necesidad de lograr que el alumno realice un aprendizaje significativo, desempeñe un rol activo para lo cual el Profesor procurará en las situaciones de acción didáctica, utilizar formas de trabajo (métodos) y recursos para el tratamiento de los contenidos que tienden a tener en cuenta lo establecido anteriormente. La función orientadora que desempeñará el Profesor en el proceso enseñanza-aprendizaje implica que la clase magistral no sea el único método de enseñanza.

En el caso en que el Profesor de teórico no tenga a su cargo los subgrupos de práctico, teniendo en cuenta que la unidad deberá ser concebida en forma global.

Las evaluaciones a realizar serán coherentes con las metodologías empleadas.

Es deseable que el alumno adquiera en este curso algunas nociones fundamentales en forma sólida, que realice un aprendizaje en función de sus intereses y del medio en que vive.

El planteo de problemas es clave cuando con los mismos se trata de guiar al alumno y de desarrollar cualidades como su capacidad para razonar, su creatividad y su capacidad para transferir la situación de aprendizaje.

Se sugiere la lectura de las consideraciones generales del programa de 5º año, que complementarán la orientación del Profesor para planificar el programa de 6º año.

#### UNIDAD 1 (7 Semanas).

##### Aspectos energéticos y cinéticos de las reacciones químicas

##### 1.1. Intercambios energéticos asociados con reacciones químicas.

1.1.1. Distintas formas de energía intercambiadas en una reacción química: calor y trabajo eléctrico. Introducción experimental. Revisión del concepto de conservación de energía.

1.1.2. Termoquímica.

- 1.1.2.1. Conceptos previos: definición y medida de  $Q_p$  y  $Q_v$ . Relación entre ambos.  $C_p$  y  $C_v$ . Determinación de  $H$  de reacción por medidas calorimétricas.
- 1.1.2.2. Ecuaciones termoquímicas. Ley de Hess. Cálculo del  $H$  de reacción a partir de tablas de entalpía de enlace y de entalpía de formación.
- 1.1.3. Criterios de espontaneidad de los procesos. Concepto de entropía. Relación en la energía libre de Gibbs.
- 1.2. Estudio cinético de las reacciones químicas.
- 1.2.1. Concepto y definición de rapidez de reacción (media e instantánea). Introducción experimental.
- 1.2.2. Estudio cualitativo, mediante actividades experimentales, de los factores que afectan la rapidez de una reacción: superficie de contacto, concentración, temperatura, catalizadores.
- 1.2.3. Estudio cuantitativo de la influencia de la concentración de reactivos en reacciones simples. Relación rapidez- concentración. Definición de orden de reacción. Orden y molecularidad en reacciones elementales. Mecanismos de reacción. Relación concentración-tiempo para reacciones de 1er orden.  $t^{1/2}$ .
- 1.2.4. Influencia de la temperatura en la rapidez de reacción. Concepto de energía de activación.
- 1.2.5. Catalizadores. Definición. Ejemplos de catálisis homogénea, heterogénea y enzimática.
- 1.2.6. Procesos industriales en los que se emplean reacciones catalizadas: obtención de ácido sulfúrico, craqueo del petróleo, obtención del gas de cañerías, procesos biotecnológicos (fermentaciones, etc.)

#### Actividades experimentales de la Unidad 1.

##### Semana Actividad.

- 1 Test diagnóstico.
- 2 Ley de Hess
- 3 Post Laboratorio de Ley de Hess.
- 4 Descomposición del  $H_2O_2$  catalizada con  $Cr_2O_7^{2-}$ . Variación de la rapidez con el grado de avance de la reacción.
- 5 Determinación del orden de reacción con respecto al  $S_2O_3^{2-} (aq) + H^+ (aq)$
- 6 Efecto de la temperatura sobre la rapidez para la reacción  $S_2O_3^{2-} (aq) + H^+ (aq)$
- 7 Tratamiento cuantitativo de los datos obtenidos en la actividad anterior: ecuación de

Arrhenius.

8 Recuperación.

9 Evaluación.

#### UNIDAD 2 ( 5 Semanas)

##### Estructura atómica y geometría molecular.

2.1. Núcleo: partículas nucleares.

Fenómenos radiactivos.

Reacciones nucleares: fusión y fisión. Defecto de masa.

Características y efectos de la radiación.

Energía nuclear. Aplicaciones.

2.2. Periferia nuclear.

Espectro electromagnético.

Espectros de emisión.

Números cuánticos. Orbitales atómicos. Configuraciones electrónicas.

2.3. Periodicidad de las configuraciones y tabla periódica.

2.4. Geometría molecular.

Ejemplo de moléculas lineales, angulares, trigonales, tetraédricas, piramidales y octaédricas.

## 2.5. Estereoquímica.

Configuración- isómeros (rotación restringida C=C)

Conformación (libre rotación C-C, conformeros del ciclo hexano)

Quiralidad. Definición y consecuencias.

Enantiómeros: ejemplos.

La actividad óptica en los compuestos quirales.

## Actividades experimentales de la Unidad 2.

### Semana Actividad.

10 Espectros.

11 Periodicidad (halógenos)

12 Post laboratorio.

13 Uso de modelos.

14 Evaluación.

## UNIDAD 3 ( 13 Semanas)

### Compuestos orgánicos de importancia biológica e industrial.

#### 3.1. - aminoácidos y proteínas.

3.1.1 Definición de aminoácidos. aminoácidos esenciales.

La estereoquímica de los aminoácidos.

Propiedades ácido-base de los aminoácidos.

#### 3.1.2. Enlace peptídico.

Dipéptidos y polipéptidos.

#### 3.1.3. Nivel de organización de las proteínas.

Estructura: primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria.

#### 3.1.4. Las proteínas en bioquímica.

3.1.4.1. Ejemplos de algunas proteínas fundamentales: hemoglobina, clorofila, etc.

#### 3.1.4.2. Enzimas.

Concepto. Enzima-sustrato.

Estereoespecificidad de las enzimas

Inhibidores. Mecanismo catalítico.

3.1.4.3. Importancia de las proteínas en la alimentación.

#### 3.1.5. Las proteínas en la industria.

Industria de la carne, lana y fibras sintéticas y del cuero.

#### 3.2. GLÚCIDOS.

Definición. Clasificación.

3.2.1. Monosacáridos: glucosa, fructosa y ribosa.

La estereoquímica de los monosacáridos. Fórmulas de Haworth.

#### 3.2.2. Enlace glucosídico.

Disacáridos (sacarosa). Polisacáridos (almidón, celulosa y glucógeno).

#### 3.2.3. Los glúcidos en bioquímica.

Energía y metabolismo en los seres vivos.

Importancia de los glúcidos en la alimentación.

Fotosíntesis.

#### 3.2.4. Los glúcidos en la industria.

Industria de la sacarosa, de la fructuosa, del papel, etc.

#### 3.3. ÁCIDOS NUCLEICOS.

3.3.1. Estructura. Estereoquímica del ADN y ARN.

Importancia biológica.

#### 3.4. LÍPIDOS.

Definición.

### 3.4.1. Ácidos grasos más comunes en la naturaleza.

Grasas y aceites.

La estereoquímica en los ácidos grasos.

Saponificación e hidrogenación.

### 3.4.2. Los lípidos en bioquímica.

3.4.2.1. Fosfolípidos: lecitina, cefalina.

3.4.2.2. Esteroides: colesterol.

Vitamina D. Hormonas esteroideas.

3.4.2.3. Los lípidos en la dieta.

### 3.4.3. Los lípidos en la industria.

- Industria de jabones y detergentes.
- Aceites hidrogenados. Enranciamiento.
- Aceites secantes.
- Ceras.
- Aceites comestibles.

### Actividades experimentales de la Unidad 3.

Se realizarán actividades coordinadas con el teórico planificadas por los Profesores de cada Liceo, en función de la existencia de material en el laboratorio.

### BIBLIOGRAFIA.

El Profesor podrá utilizar la bibliografía que considere más adecuada para cumplir con los objetivos generales del curso. Se mencionan algunos ejemplos.

Mortimer: Química. Grupo Iberoamericano. 1983.

Dickerson: Principios de Química. 2º o 3º edición en 2 tomos. Editorial Reverté.

Masterton- Slowinski: Química general superior. Editorial Iberoamericana.

Biomoléculas: Lecciones de Bioquímica Estructural. José M. Macarulla. Félix. Editorial Reverté.

Es recomendable que el profesor consulte libros de orgánica para la preparación de la Unidad 3.

A.N.E.P  
 Consejo de Educación Secundaria  
 3ero. BACHILLERATO  
 QUÍMICA – MICROEXPERIENCIA  
 1994  
 OPCIONES: CIENTÍFICO - BIOLÓGICO, CIENTÍFICO - MATEMÁTICA

#### FUNDAMENTACIÓN:

Dada la reconocida importancia de la Química en el mundo actual, el programa tiende a aumentar y perfeccionar los conocimientos de la asignatura, que se consideran fundamentales para el estudiante que egresa de la Enseñanza Secundaria.

Continuando con el criterio aplicado en los programas anteriores, éste comprende también un núcleo fijo y un núcleo variable que apunta a diferenciar los intereses de los alumnos de acuerdo a las orientaciones elegidas.

#### OBJETIVOS GENERALES:

- Vincular al estudiante con hechos de la vida cotidiana.
- Revisar, profundizar e interpretar algunos temas ya estudiados en cursos anteriores e introducir temas nuevos que contribuyan a la formación científica del estudiante.
- Desarrollar en el alumno la capacidad de análisis crítico; incentivar su creatividad, razonamiento y capacidad para resolver situaciones problemáticas.
- Proporcionar la preparación necesaria para continuar estudios superiores.

#### METODOLOGÍA

Al finalizar el curso, el profesor tendrá en cuenta los objetivos generales del programa a partir de los que diseñará los objetivos específicos para cada unidad.

El profesor actuará como guía y orientador en el proceso enseñanza - aprendizaje.

El desarrollo de cada una de las unidades del curso teórico debe ser coordinado con el curso de actividades experimentales que se propone, cuando corresponda.

La inclusión de un trabajo de investigación en el curso práctico, trata de reforzar el rol participativo y creativo que debe desempeñar el alumno.

#### CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS

Unidad I: Importancia de la Química en el mundo actual desde el punto de vista industrial, económico, cultural, sociológico, ecológico, etc.

Propuesta de monografía.

Núcleo variable: Polímeros, leche, azúcares, grasas, aceites, colorantes, aditivos, etc.

1 semana

PRÁCTICO - Test diagnóstico (ver reglamento).

Monografía (guía al alumno en su elaboración).

Unidad II:

Átomo

Estructura atómica. Núcleo y periferia.

Tabla periódica

Núcleo variable: Radioactividad. Reactores nucleares. Colores, colorantes.

PRÁCTICO - Operaciones fundamentales, ej: filtración al vacío, destilación fraccionada, cromatografía,

cristalización selectiva, etc.

Espectros.

Obtención de un elemento y sus propiedades.  
 Estudio de las propiedades de una familia química.  
 8 semanas

Unidad III: Reacciones químicas.  
 Diferentes tipos de reacciones químicas.  
 Estequiometría. Reactivo limitante.  
 Termoquímica.  
 Núcleo variable: Combustión y efecto invernadero. Valor energético de los alimentos. El  $H_2$  como combustible.  
 PRÁCTICO - Estequiometría. Ej. Descomposición térmica de  $NaHCO_3$ . Obtención del  $MgCl_2$ , síntesis del  $PbI_2$ , obtención del óxido de cobre.  
 Ley de Hess.

Unidad IV: Equilibrio térmico.  
 Reacciones reversibles y equilibrio químico.  
 Constante de equilibrio.  
 Efecto de ion común  
 Soluciones amortiguadoras.  
 Hidrólisis.  
 Núcleo variable: Equilibrio en sistemas gaseosos (aplicaciones industriales).  
 Equilibrio de solubilidad (aplicaciones).  
 Importancia biológica de soluciones amortiguadoras.  
 PRÁCTICO - Soluciones amortiguadoras, hidrólisis de sales y efecto de ion común.  
 Determinación del rango de un indicador.  
 Valoración de un ácido débil (etanoico) con base fuerte.

Unidad V: Espontaneidad y vida. Criterios de espontaneidad de los procesos. Energía libre y entropía.  
 Aplicaciones a diferentes procesos.  
 Núcleo variable: Fotosíntesis. Fermentación. Alteración de los alimentos. Pilas.  
 PRÁCTICO - Proponer un trabajo diferenciado de investigación de química sencillo a cada subgrupo de práctico.  
 4 semanas

#### SUGERENCIAS

El test diagnóstico se realizará siguiendo las pautas del artículo 13 del Reglamento de Evaluación y Pasaje de Grado para Tercer Año de Bachillerato en régimen de Microexperiencia.

- Los temas del núcleo variable son ejemplos. Podrán ser constituidos por otros de acuerdo a los intereses del grupo.
- Introducir la Unidad 2 repasando átomo, molécula, iones y la nomenclatura necesaria.
- Se deberá complementar el estudio cinético comenzado en Segundo Año con el tratamiento de reacciones de primer orden.
- Coordinar con Física el desarrollo del tema espectros.
- Relacionar la configuración electrónica con la Tabla Periódica, evitando la mecanización de los ejercicios.
- Seleccionar las operaciones fundamentales según la planificación realizada para el trabajo de investigación.
- Al tratar diferentes tipos de reacciones químicas sería conveniente retomar reacciones redox.
- Enfocar el tema equilibrio químico desde el punto de vista cuantitativo.

## EVALUACIÓN

Las evaluaciones a realizar serán coherentes con la metodología y los objetivos planteados. Se evaluarán las actuaciones en clase, trabajos escritos, trabajos prácticos, así como también la monografía y el trabajo de investigación realizados durante el año.

Según el Reglamento se deben realizar dos pruebas especiales de evaluación en las fechas previstas, de carácter obligatorio.

Con respecto al curso práctico, su evaluación se complementará con la realización de dos o más pruebas experimentales de las actividades realizadas durante el curso.

El profesor debe informarse sobre el Reglamento de Evaluación y Pasaje de Grado para Bachillerato Tercer Año,

artículos 14 y 15 del Capítulo IV, así como de las pautas para pruebas y exámenes hechas llegar oportunamente para Segundo Año de acuerdo con la planificación realizada para el curso.

La prueba de evaluación tendrá una duración de ochenta minutos. Se plantearán cuatro preguntas, que podrán constar de un ítem cada una; una de las preguntas podrá consistir en la exposición de un tema, no sólo desde el punto de vista químico sino en su aspecto contextual (aspectos históricos, socio - económicos, tecnológicos), de modo de incentivar la lectura, la discusión y análisis de temas de actualidad; en la corrección se prestará atención a la sintaxis. Se deberán incluir preguntas referentes a las actividades experimentales.

Se complementará con ejercicios y problemas de aplicación de conceptos y conocimientos.

## BIBLIOGRAFÍA

Química: La Ciencia Central. Brown - Le May

Química: Garritz - Chamizo

Química: Mortimer

Química General Superior: Masterton

Bioquímica: Lehninger

Bioquímica: Cohn

Química: A. Lahore

Publicaciones: Investigación y Ciencia.

Mundo Científico

ANEP  
Consejo de Educación Secundaria  
3ero. BACHILLERATO  
QUÍMICA – PLAN 2003

OPCIONES: CIENTÍFICO - BIOLÓGICO, CIENTÍFICO – MATEMÁTICA

## UNIDAD 1: ELECTROQUÍMICA

### Fundamentación

En la vida cotidiana y en otras asignaturas el estudiante entra en contacto con un número importante de reacciones químicas redox, así como con fenómenos electroquímicos.

Ejemplos de estas reacciones son:

- Potenciales redox condicionantes de procesos biológicos
- Corrosión de metales
- Pilas de uso corriente (secas, alcalinas, de cadmio/níquel, etc.)
- Baterías (para auto, para equipos electrónicos, etc.)
- Pilas de combustible
- Obtención de productos de interés industrial por electrolisis (NaOH, H<sub>2</sub>, HClO, etc.)
- Uso del pHímetro (electrodo de vidrio, combinado, etc.)

Es fundamental que el estudiante cuente con los conocimientos teóricos necesarios para comprender estos procesos.

### Contenidos

Tiempo: 5 semanas

Reacciones redox. Agente oxidante y agente reductor. Ejemplos. Igualación de ecuaciones redox sencillas.

Construcción de dispositivos en los que las reacciones redox se utilicen para la generación de corriente. Pasaje de corriente a través de una solución de un electrolito. Pares galvánicos o celdas voltaicas.

Reacción de electrodo. Concepto de doble capa eléctrica. Potencial de electrodo.

Electrodos de referencia. Tabla de potenciales estándares. Fem o potencial eléctrico de equilibrio de un par galvánico. Cálculos de la fem de distintos pares galvánicos en situación de equilibrio a partir de la tabla de potenciales estándares. Relación de la fem con la variación de energía libre de la reacción. Ecuación de Nernst.

Medida electroquímica del pH. Electrodo de vidrio.

Pares galvánicos **fuera de la situación de equilibrio**. Polarización de electrodos.

- Conversión de energía química en energía eléctrica: pilas y baterías. Definición de ánodo y cátodo. Ejemplos de pilas y baterías de uso corriente.
- Reacciones químicas producidas por el pasaje de corriente: celdas electrolíticas. Definición de ánodo y cátodo. Aspectos cuantitativos de la electrolisis. Usos industriales de la electrolisis. Oxidación espontánea de los metales en el medio ambiente: corrosión. Ejemplos.

## Reflexiones sobre los contenidos

Esta unidad temática comprende tres áreas diferentes íntimamente relacionadas: las reacciones redox, los sistemas electroquímicos en equilibrio y los sistemas electroquímicos fuera del equilibrio.

En lo que se refiere a las reacciones redox es importante que el estudiante sepa reconocer cuándo en un proceso se produce una oxidación y una reducción simultáneas y cuáles son los agentes oxidantes y reductores.

Aparte del estudio de las reacciones redox y de sus vínculos, por ejemplo, con fenómenos biológicos, es necesario enfatizar que mediante este tipo de reacciones se pueden obtener dispositivos mediante los cuales se puede generar corriente eléctrica continua (pares galvánicos o celdas voltaicas). Un par galvánico generando corriente se puede visualizar como constituido por un circuito externo por el que circulan electrones y un circuito interno donde la carga es transportada por iones. Por lo tanto, para cerrar el circuito interno del par galvánico es necesario que circule corriente entre los electrodos, lo que implica:

- transporte de cargas debido a la diferencia de potencial existente entre los electrodos
- reacciones redox en la interfase de cada electrodo

Esto exige la presencia de un material conductor iónico (frecuentemente una solución de electrolitos).

Debido a que las propiedades de cualquier sistema en equilibrio no cambian, en los sistemas electroquímicos en equilibrio no puede circular corriente (la circulación de corriente implica reacciones redox y, por consiguiente, cambios en la composición química del sistema).

Para medir el potencial de equilibrio o fem de un par galvánico es necesario aplicarle un potencial idéntico en oposición (por lo cual, no circula corriente por todo el sistema).

Los potenciales estándar (de oxidación o de reducción) se encuentran tabulados, lo que permite predecir el sentido de la reacción espontánea (dirección de la corriente eléctrica por el circuito exterior cuando éste se cortocircuita), una vez establecidas en clase las convenciones a utilizar (se recomienda usar las normas IUPAC). Esto es similar a realizar la misma reacción redox entre los reactivos, sin que medie un dispositivo electroquímico. Dada la vinculación de la fem con el  $\Delta G$  de reacción, el criterio es el mismo que el empleado en el tema de Termodinámica de 2º año.

Como ejemplo de aplicación de un potencial en equilibrio, se puede utilizar la medida electroquímica del pH de una solución por medio de un pHímetro (en éste se desprecia la ínfima corriente que circula, por lo que se puede aproximar a una situación de equilibrio).

Usualmente los sistemas electroquímicos se utilizan para convertir energía química en eléctrica o para provocar reacciones químicas por el pasaje de una corriente. En ambos casos, los sistemas se encuentran fuera del equilibrio porque se produce una reacción química neta que modifica su composición. El pasaje de corriente por dichos sistemas provoca la polarización de los electrodos. Como consecuencia de dicha polarización, para que se produzca la electrolisis de un cierto sistema es necesario aplicar un potencial mayor que el de equilibrio. Un par galvánico actuando como generador de corriente suministra una diferencia de potencial menor que la determinada para el equilibrio.

Se incluye el tema corrosión por su cotidianeidad e importancia en la oxidación de los metales expuestos a la atmósfera húmeda.

## Sugerencias metodológicas

El Profesor podrá enfatizar el método de igualación de ecuaciones redox que le parezca más adecuado. Se recomienda realizar pocos ejercicios convenientemente seleccionados e insistir fundamentalmente en los aspectos conceptuales del tema.

Con respecto a los pares galvánicos es importante que su estado de equilibrio o fuera de él, sea vinculado con los conceptos generales vistos en cursos anteriores, sobre espontaneidad y equilibrio.

Para conceptualizar el uso de las tablas de potenciales se recomienda que el Profesor "arme" teóricamente un par galvánico con los electrodos cuyas reacciones está estudiando y, mediante las convenciones adoptadas en clase, decida la espontaneidad del proceso.

Es recomendable que los estudiantes recolecten diferentes tipos de pilas y baterías de uso doméstico para que reconozcan sus componentes y discutan las reacciones involucradas.

No es necesario estudiar los aspectos cuantitativos de la electrolisis, a través de las leyes de Faraday. Si se las menciona, se sugiere resaltar su aporte en la evolución histórica de la ciencia. Se recomienda realizar algunos pocos ejercicios de cálculo, convenientemente seleccionados.

También se sugiere el estudio de alguna industria electroquímica del país, enfatizando los aspectos teóricos involucrados.

## Actividades experimentales sugeridas

Se considera que cualquiera de las actividades que actualmente se realizan en esta temática, es adecuada para esta nueva propuesta programática siempre y cuando se enfoquen de acuerdo con las pautas generales establecidas.

## Bibliografía para el Profesor

- José Fullea García: Acumuladores electroquímicos. McGraw-Hill, Madrid, 1994
- José R. Galvele: Corrosión.- Monografía N° 21 (Serie de Química).- OEA, Washington, 1979

### Artículos de revistas

- Corrosion: A waste of energy. - J. Chem. Educ. 56(10):673-674 (1979)
- Viola I. Birss y Rodney Truax: An effective approach of teaching electrochemistry. - J. Chem. Educ. 67(5): 403-409 (1990)
- Thomas A. Lehman y Paul Renich: The aluminium can as electrochemical energy source. - J. Chem. Educ. 70(6): 495-496 (1993)
- Clarck E. Bricker: Current efficiency in electrolysis. - J. Chem- Educ. 66(11). 954-955 (1989)
- Daniel M. Perrine: The Nernst equation in High School Textbooks. - J. Chem. Educ. 61(4): 381-382 (1984)
- Paul B. Keiter, James D. Carr y Tanya Johnson: The chemical and educational appeal of the orange juice clock. - J. Chem. Educ. 73(12): 1123-1127 (1996)
- Glenn Baca y Dennis A. Lewis: Electrochemistry in a nutshell. - J. Chem. Educ. 55(12): 804-806 (1978)
- Robert C. Plumb: Car won't start? - J. Chem-. Educ. 47(5): 382-283 (1970)
- Milton D. Capelato, Neila M. Cassiano y Luis A. Ramos: A practical application of the Pb/PbO<sub>2</sub> cell. - J. Chem. Educ. 72(9): 845-848 (1995)

- James R. Runo y Dennis G. Peters: Climbing a potential ladder to understanding concepts in electrochemistry. - J. Chem. Educ. 70(9): 708-713 (1993)
- P. J. Moran y E. Gileadi: Alleviating in the common confusion caused by polarity in electrochemistry. - J. Chem. Educ. 66(11): 912-916 (1989)
- Michael J. Smith y Colin A. Vincent: Electrochemistry of the Zinc-Silver Oxide System. Part 1: Thermodynamic studies using commercial miniature cells. - J. Chem. Educ. 66(6): 529-531 (1989)
- Michael J. Smith y Colin A. Vincent: Electrochemistry of the Zinc-Silver Oxide System. Part 2: Practical measurements of energy conversion using commercial miniature cells. - J. Chem. Educ. 66(8): 683-687 (1989)
- Akiya Kozawa y R. A. Powers: Electrochemical reaction in batteries. Emphasizing the MnO<sub>2</sub> cathode of dry cells. - J. Chem. Educ. 49(9): 58-591 (1972)
- T. T. Kam: On the Nernst equations of mercury-mercuric oxide half-cell electrodes. - J. Chem. Educ. 60(2): 133-134 (1983)
- Batteries and fuel cells. - J. Chem. Educ. 55(6): 399-400 (1978)
- Xavier LeRoux, Gerry A. Ottewill y Frank C. Walsh: The comparative performance of batteries. - J. Chem. Educ. 73(8): 811-817 (1996)
- Pedro Gómez Romero: Pilas de combustible: energía sin humos.- Mundo Científico N° 233: 66-71 (2002)
- Cécile Michaut: El desarrollo de la pila de hidrógeno.- Mundo Científico N° 241: 48-49 (2003)
- Jean Orselli y Jean-Jacques Chanaron: Una tecnología apoyada para todos.- Mundo Científico N° 241: 50-53 (2003)

## UNIDAD 2: ESTRUCTURA DEL ÁTOMO

### Fundamentos y reflexiones

El Universo está constituido por materia y energía.

La Teoría Atómica de la materia es una de las teorías científicas de más amplio alcance.

*"Dulce y amargo, frío y caliente, así como los colores y todo lo que percibimos, son sensaciones. Solamente existen los átomos y el vacío".*

Demócrito, siglo V a. C.

La ciencia moderna se deriva del pensamiento griego de la época de los filósofos jónicos, a partir del siglo VI a. C., entre los que se destacan Tales, Anaximandro, Leucipo (nacidos en Mileto, Asia menor), Pitágoras de Samos, Hipócrates de Cos, entre muchos otros.

Los filósofos griegos de ese período, si bien no fueron los únicos, formularon los temas generales en torno a los cuales se desarrolló después la ciencia moderna, desde el problema del origen del mundo y la estructura de las cosas, al estudio del cuerpo humano y las enfermedades.

Al primer período de la filosofía griega, corresponden las ideas atomistas de Leucipo y de su discípulo Demócrito de Abdera.

*Para estos filósofos, los cuerpos están formados por pequeñas partículas invisibles, indivisibles (átomos), que se mueven a través del espacio vacío (la nada). Los átomos son inalterables y tienen diversas formas geométricas, lo que explica su capacidad de combinarse formando cuerpos muy diferentes.*

*Su movimiento incesante es la causa de los cambios que percibimos en el mundo.*

*Toda modificación de una cosa, consiste en un cambio en el orden y posición de sus átomos; esto no sería posible si no existiera un vacío entre ellos.*

*Los átomos permanecen juntos por su adherencia recíproca, hasta que una fuerza mayor que procede del exterior, actúa sobre ellos y los separa.*

Un tiempo después, la autoridad de dos filósofos que sustentaron doctrinas idealistas opuestas al atomismo, impidió durante siglos la aceptación general de las ideas de Leucipo y Demócrito.

Para Platón, por ejemplo, el universo material se nos presenta mediante apariencias imperfectas (*alegoría de la caverna*); las ideas son imágenes de perfección.

Aristóteles concibe que la materia indiferenciada, en bruto, puede adquirir una forma, tendiendo a la perfección. Todos los seres y las cosas tienen su *esencia*. Para Aristóteles, es imposible la existencia del vacío; la *quintaesencia* llena todo el espacio entre la Tierra y las estrellas. Los cuerpos celestes son perfectos, y en un plano más elevado de perfección se halla el *alma racional*.

Si bien la cultura clásica de Grecia no logró subsistir ante las dificultades socio-económicas de la Edad del Hierro, las ideas de los atomistas griegos tuvieron el prestigio suficiente como para asegurar, a través de los siglos, tanto la vigencia de las cuestiones planteadas, como las teorías materialistas y racionalistas que elaboraron para dar respuesta a las preguntas.

Contenidos (7 semanas):

### **¿El Universo se formó o estuvo siempre allí?**

*"El origen de todas las cosas es el infinito. De allí surgen, y allí van a parar..."*

Anaximandro, siglo VI a. C.

Breve reseña actualizada sobre las diferentes teorías cosmológicas.

Principio cosmológico de Dirac.

### **Nucleogénesis de los elementos químicos en las estrellas por fusión nuclear**

*"Los átomos de los que estamos hechos, alguna vez estuvieron en el interior de una estrella; una estrella que, mediante una gigantesca explosión, desparramó su material en el espacio interestelar, donde quedó disponible para el proceso que originó al Sol y los planetas".*

(Fred Hoyle; 1959).

Revisión de los conceptos principales sobre estructura del átomo.

El núcleo atómico.

Descubrimiento del núcleo (Experimento de Rutherford, 1911).

Las fuerzas nucleares.

Energía de enlace nuclear. Defecto de masa.

Equivalencia entre masa y energía (Einstein, 1905).

### **Energía de fusión nuclear**

*"Aquella noche, ella y yo mirábamos ese cielo poblado de estrellas, cuando de pronto le dije, totalmente convencido: Ahora ya sé cómo las estrellas obtienen su energía... Ella me miró, observó hacia arriba, pero no pareció darles mucha importancia a mis palabras..."*

(Arthur Eddington, 1920)

Revisión de la clasificación periódica de los elementos. Ley periódica y Tabla Periódica.

Algunos tipos de estrellas: enanas blancas, gigantes rojas, supernovas.

La síntesis de los elementos en las estrellas hasta llegar al hierro.

Reacciones de fusión nuclear. Ecuaciones.

El colapso de las supernovas. La supernova 1987A de la Nube Grande de Magallanes; observaciones que confirman el modelo teórico de la nucleogénesis.

La bomba de hidrógeno.

Tecnología para usos pacíficos de la fusión nuclear: el *tokamak*.

### **Energía de fisión nuclear**

Después años de investigaciones sobre el bombardeo de núcleos de uranio con neutrones, pensamos que una serie de hechos extraños hacen que nuestros resultados sean distintos a lo esperado..."

Otto Hahn, 1939.

Los experimentos de Hahn y Strassman en Alemania, y de Fermi y Segré en Italia. La hipótesis de Lise Meitner.

La "pila atómica" de Fermi en Chicago (1942).

El "proyecto Manhattan": la bomba de fisión nuclear.

Los reactores nucleares. Funcionamiento y aplicaciones. Riesgos.

Inestabilidad nuclear.

Revisión sobre Radiactividad natural y artificial; tipos de emisiones.

Unidades: el becquerel, el gray, el sievert.

Período de semidesintegración.

El carbono-14 y otros radionúclidos de importancia.

Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes.

Aplicaciones de los radionúclidos en Medicina nuclear y radioterapia.

Otras aplicaciones.

### **Otras partículas subatómicas**

"*Tú no puedes dividir un átomo*".

John Dalton, 1810.

Breve noticia sobre el *Modelo Estándar de Partículas*.

Quarks y Leptones.

Mención a la *teoría de las supercuerdas*.

### **Neutrinos**

¿Partículas de masa nula? ¿o casi nula?

Predicción de su existencia (Pauli); asignación del nombre (Fermi) y detección de su presencia (Cowan y Reines).

### **Electrones**

Su descubrimiento (J. J. Thompson, 1897). Naturaleza corpuscular de los rayos catódicos, a diferencia de los Rayos X descubiertos en 1895; carga eléctrica negativa, trayectoria rectilínea, que se desvía por la acción de campos eléctricos y magnéticos.

Tubos de rayos catódicos: televisor, monitor de la computadora.

Predicción de la existencia del *antielectrón* (Dirac); descubrimiento del positrón (Anderson). Mención a las antipartículas y a la antimateria.

Electrones y positrones en la desintegración radiactiva beta.

### **Teoría de Bohr sobre el átomo de hidrógeno (1913)**

Mención a la *teoría de los cuantos* de Planck.

Espectros atómicos y niveles de energía de los electrones.

La espectroscopía como técnica analítica.

Mención al descubrimiento del helio por espectroscopia durante el eclipse solar de 1868.

Niveles de energía y períodos de la Tabla Periódica.

### **La mecánica cuántica de Heisenberg (1923) y la mecánica ondulatoria de Schrödinger (1925)**

Dualidad onda-partícula de la materia (de Broglie, 1922).

Principio de incertidumbre de Heisenberg.

Mención a la función de onda orbital de Schrödinger.

El principio de complementariedad de Bohr.

La idea de *causalidad*.

¿Qué es "causa" y "efecto"? El *determinismo* filosófico.

Debate sobre el determinismo en la primera mitad del siglo XX.

La opinión de Bohr y la escuela de Copenhague. La opinión de Einstein.

El "gato" de Schrödinger.

### **Configuración electrónica de los átomos**

*La Física se ha vuelto demasiado complicada para los físicos. Quisiera ser actor de cine o alguna otra cosa, en lugar de físico...*

(Wolfgang Pauli, 1927)

Concepto de orbital atómico. Tipos de orbitales.

Números cuánticos. Principio de exclusión de Pauli. Regla de Hund.

Configuración electrónica de los átomos y clasificación periódica de los elementos. Bloques s, p, d y f. Elementos representativos, de transición, de transición interna.

### **Sugerencias metodológicas**

Además de los textos de Química de nivel universitario -Brown, Le May y Bursten, séptima edición- Chang, séptima edición- Masterton y Hurley, cuarta edición- es conveniente que los temas interdisciplinarios incluidos en esta unidad sean consultados en libros, revistas, videos, software y sitios Web con enfoques diferentes: Química, Física, Cosmología, Astronomía, Filosofía, Historia de la Segunda Guerra Mundial, Medicina nuclear, biografías, Premios Nobel, cuentos o novelas de ficción científica, etc.

La revista *La Recherche* y su versión española *Mundo Científico* (que no es exactamente igual a la original francesa), y la revista *Investigación y Ciencia*, son excelentes fuentes de información actualizada y amena, tanto en texto escrito como en imágenes.

Los distintos temas se pueden encontrar en Internet escribiendo directamente las palabras en el buscador utilizado: tokamak, centellograma, supercuerdas, gato de Schrödinger, etc.

Es fácil encontrar miles de sitios Web sobre estos temas, escritos en inglés o en francés. Se reduce drásticamente la cantidad de sitios de interés y calidad, si el usuario depende solamente del castellano.

Varios de los temas incluidos en esta unidad ofrecen la posibilidad de un enfoque interdisciplinario con otras asignaturas curriculares: Física, Ciencias de la Tierra y el Espacio, Filosofía y Crítica de los saberes.

Cabe destacar, además, que en el programa de Física de 2º año de la EMS se tratan cuestiones de mecánica cuántica.

Las preguntas que se plantean a continuación pueden considerarse *orientaciones metodológicas* para la clase:

¿Cómo se realiza e interpreta un centellograma, por ejemplo, un centellograma de perfusión miocárdica?

¿Cómo se puede determinar la edad de un retrato para saber si el pintor pudo ser Rafael?

¿Por qué aumentó el número de casos de cáncer de tiroides en niños en Bielorrusia después de la explosión accidental del reactor nuclear de Chernobyl, en tanto que no aumentó el número de casos de leucemia?

¿Qué razones se han dado para explicar que varios físicos de profesión, como Enrico Fermi, aceptaran trabajar en el proyecto Manhattan?

Werner Heisenberg, Otto Hahn y otros destacados científicos alemanes, fueron detenidos por un comando aliado en 1945 al finalizar la Segunda Guerra Mundial, y llevados secretamente a Inglaterra por varios días. ¿Cuál fue el objetivo de esta operación de inteligencia militar?

¿Por qué la teoría del Big Bang es publicitada y apoyada fervientemente en las páginas Web de varias Iglesias?

¿Cómo han tratado los físicos de vincular el macrocosmos con el microcosmos a través de la teoría de las supercuerdas?

¿El gato de Schrödinger está mitad vivo y mitad muerto?

### **UNIDAD 3: ENLACE QUÍMICO. GEOMETRÍA MOLECULAR. FUERZAS INTERMOLECULARES.**

#### ***Fundamentación***

*Una teoría no es un objetivo final; su materia es más bien física que metafísica.*

*Desde el punto de vista del físico, una teoría es más una cosa discutible que un credo.*

J. J. Thomson

El estudio pormenorizado de las variadas y complejas interacciones que englobamos bajo la denominación "enlace químico" es, a todas luces, inabarcable para un curso de bachillerato como el que nos ocupa. Es pertinente entonces que el docente se plantee previamente qué aspectos de un tema tan vasto habrá de seleccionar, así como el grado de profundidad con el que dichos aspectos serán abordados.

Esta comisión considera que, en el contexto del presente programa, el tratamiento del tema cumple funciones tanto formativas como instrumentales.

En el aspecto formativo la construcción de modelos explicativos más o menos generales para los diferentes tipos de enlace puede verse como el producto de la elaboración teórica, sobre sólidas bases experimentales, que vinculan esas entidades, los átomos y esas categorías, los elementos químicos con la asombrosa diversidad del mundo material. Sin permitir que el tema se deslice hacia los aspectos formales más áridos de los diferentes enfoques teóricos, sería deseable que el alumno percibiera el producto de la fructífera interacción dialéctica entre la experimentación y la teoría, así como las dificultades que esta última encuentra a la hora de sistematizar los datos aportados por la primera. Es en este marco que se recomienda contrastar, brevemente, los logros y las limitaciones de las teorías del enlace de valencia y de orbitales moleculares.

Sin desmedro de lo anterior, ya atendiendo al aspecto instrumental, el tema puede aportar herramientas para hacer inteligible y predecible el comportamiento químico de las especies estudiadas en la tercera unidad. Esto permitirá minimizar la mecanización y la utilización de recursos puramente memorísticos, potenciar el enfoque conceptual y, consecuentemente, dotar de significado y simplificar la agobiante tarea de estudiar la compleja química de biomoléculas, polímeros sintéticos y materiales inorgánicos de importancia tecnológica.

## Objetivos

El tratamiento del tema tiene como objetivos:

- Poner de manifiesto la necesidad de la ocurrencia de diferentes tipos de uniones químicas como consecuencia de las propiedades de los átomos individuales recientemente estudiadas.
- Aplicar a situaciones concretas el poder predictivo y explicativo de la Ley Periódica a partir del conocimiento de la periodicidad de algunas propiedades de los elementos químicos (radios atómico y iónico, energía de ionización primaria, afinidad electrónica y electronegatividad)
- Visualizar las manifestaciones macroscópicas reveladoras de la presencia de los diferentes tipos de enlace químico.
- Interpretar y predecir propiedades de sustancias y materiales partiendo del conocimiento de un número reducido de magnitudes que caracterizan sus enlaces (energía de disociación, distancia, ángulo y polaridad del enlace)
- Concebir las diferentes fuerzas intermoleculares como emergentes de la conjunción entre la geometría de las moléculas y los enlaces que presentan.
- Brindar herramientas que permitan que el estudiante valore el aporte realizado por el conocimiento del enlace químico a diversos campos tecnológicos

## Tiempo asignado: 3 semanas

### Contenidos

- Sustancias iónicas, covalentes y metálicas en estado sólido
  - Caracterización según algunas de sus propiedades: Conductividad eléctrica, punto de fusión, solubilidad, propiedades mecánicas (dureza maleabilidad ductilidad) y ópticas (brillo, color, opacidad, etc).
- Enlace químico
  - La formación de un enlace químico: Causas. Aspectos energéticos.
  - Tipos de enlace. Criterios clásicos de clasificación y sus limitaciones.
  - Magnitudes que describen el enlace químico: Energía de disociación, distancia, ángulo y polaridad de enlace.
- Teorías
  - Estructuras de Lewis. Regla del octeto y sus limitaciones
  - Teoría del enlace de valencia
  - Teoría de orbitales moleculares

- Geometría molecular
  - TRPECV
  - Estudio de casos particulares
  - Propiedades físicas y químicas emergentes. Fuerzas intermoleculares
  
- Estereoquímica y Estereoisomería
  - La molécula en tres dimensiones. Conformación y configuración
  - Geometría y quiralidad moleculares
  - Isomería geométrica. Isomería óptica
  - Propiedades de las sustancias y su relación con la orientación espacial de sus átomos o grupos
  -
  
- Temas de discusión o debate
  - Enlace químico: ¿Diversidad vs Unidad? (Ver "El enlace químico". Mundo científico Nº1)
  - Quiralidad molecular: ¿Caso particular de un universo quiral? (Ver "La quiralidad del universo". Investigación y ciencia Nº162. Marzo/1990)
  - Los límites del progreso tecnológico: ¿Tiene futuro de la nanotecnología? (Ver "Nanotécnica. La nueva Ingeniería". Investigación y ciencia Nº302. Noviembre/2001)

### Sugerencias metodológicas

- Más que el estudio exhaustivo del enlace químico el tratamiento del tema buscará hacer inteligible el nexo entre las propiedades del átomo y las de los niveles superiores de organización de la materia (moléculas, cristales estructuras supramoleculares, polímeros)
- No obstante, se procurará que los aspectos instrumentales no capitalicen el tratamiento del enlace químico. Una breve presentación de los diferentes enfoques teóricos y la referencia a los aciertos y limitaciones de cada uno en el estudio de algunos casos concretos bastará para poner al estudiante en contacto con la complejidad del tema. Este, con demasiada frecuencia, es aprendido y aplicado como una serie de reglas mecánicas que jamás se discuten y siempre se aplican a situaciones concretas.
- Por su complejidad no debería abordarse el estudio de moléculas heteronucleares según el modelo de orbitales moleculares. Podría si, con fines ilustrativos estudiarse algunos casos de moléculas biatómicas homonucleares de los períodos 1 y 2, su viabilidad, número de enlaces y propiedades magnéticas.
- El docente debería adecuar el enfoque del tema, la selección de sus contenidos y la profundidad de su tratamiento de acuerdo a la planificación realizada de los temas subsiguientes y a los objetivos específicos que, según la opción, correspondan al curso dictado
- En el curso de Química de la opción "Científico / Matemática" podría abordarse el estudio de las propiedades de los sólidos semiconductores vinculadas al enlace y su importancia tecnológica mientras que en la opción "Ciencias de la Vida y la Salud" se haría énfasis en las propiedades de los compuestos covalentes, particularmente orgánicos.
- En el estudio de la geometría molecular se recomienda sacrificar en parte el estudio formal caso por caso en aras de potenciar los aspectos instrumentales de apoyo a la temática seleccionada por el docente de acuerdo al curso, expectativas del grupo, etc.
- La estereoisomería será introducida a partir de la estereoquímica en el contexto del estudio de la dependencia de las propiedades de las sustancias con la geometría de sus moléculas.
- Últimamente ha surgido un interesante debate académico en torno a las perspectivas de desarrollo a mediano plazo de las tecnologías que nos deslumbraron en la segunda mitad del siglo pasado. La nanotecnología, como última frontera de la ingeniería tiene entusiastas defensores y detractores. Este debate nos remite a preguntas más

fundamentales: ¿Nos acercamos al final del avance técnico? ¿Estamos preparados para aceptar que la física y la química limitarán, más tarde o más temprano, el desarrollo y la innovación? Dado que las dificultades mencionadas, quizás insalvables, están asociadas al tamaño de las entidades estudiadas en esta unidad, podría traerse a clase este tema de debate relevante, desde el punto de vista generacional para los estudiantes de bachillerato.

- Se sugiere, como en otros temas, la utilización del profuso material audiovisual disponible en formatos VHS, CDROM, así como los HTML y Java accesibles en Internet.

## Bibliografía

### Textos

- Píriz MacColl, Burastero, Antonaz de Castelló, Kremer. Enlace químico. Fundación de Cultura Universitaria
- Harry B. Gray. Electrones y enlace químico. Editorial Reverté
- Richard Dickerson, Harry B. Gray, Gilbert Haight. Principios de Química. Editorial Reverté

Si bien "Principios de Química" de Dickerson, Gray y Haight es un texto clásico de química general a menudo recomendado para el uso de los alumnos, se lo propone en esta oportunidad a los docentes por ser uno de los pocos que aborda al enlace covalente desde la teoría de orbitales moleculares.

### Artículos de revistas

- Mundo Científico
  - Nº1. El enlace químico. Actualmente se pone en duda la existencia de varios tipos de enlace químico puesto que muchos resultados teóricos y experimentales abogan a favor de la unicidad.
  - Nº3. Los compuestos de valencia mixta. El primer compuesto de esta nueva familia fue descubierto hace un siglo a causa de su color. Hoy conocemos la existencia de centenares de ellos y, simultáneamente, hemos aprendido a controlar sus múltiples propiedades.
  - Nº16. Las anomalías del agua. Después de doscientos años de investigación, se empiezan a explicar las anomalías del agua. Pero queda una cuestión por aclarar: ¿Por qué la naturaleza ha reservado las propiedades más extrañas al líquido más abundante?
  - Nº36. La emergencia de las heteroquímicas. El silicio, el germanio, el fósforo, el arsénico y el antimonio son elementos bien conocidos. Sin embargo, actualmente se prevé con ellos el desarrollo de químicas completamente nuevas, tan ricas y complejas como la del carbono.
  - Nº76. Los polímeros conductores. Actualmente, algunos materiales plásticos se pueden hacer tan buenos conductores de la electricidad como los metales. Gracias a estos polímeros salen ya de las fábricas baterías "todo plástico"
- Investigación y Ciencia
  - El tercer carbono (Nº53) 2/81. Además del grafito y el diamante, el carbono gaseoso puede combinar consigo mismo a altas temperaturas y bajas presiones en una nueva forma denominada carbino. Se encuentra también en yacimientos naturales, en meteoritos y en el polvo interestelar.
  - Fractura del vidrio (Nº137) 2/88. Las interacciones atómicas que subyacen a la fractura del vidrio no se habían definido hasta hace muy poco. Sugerimos aquí formas de retardar, o incluso detener, la propagación de grietas en el vidrio y otros materiales frágiles.
  - Plásticos que conducen la electricidad (Nº139) 4/88. Los plásticos, baratos, duraderos, ligeros y versátiles, poseen muchas propiedades valiosas, pero la conductividad eléctrica no es una de ellas. La próxima generación de plásticos acabará con esa tradición.

- La quiralidad del universo (162) 3/90 Desde los átomos hasta los seres humanos, la naturaleza es asimétrica en lo atinente a la quiralidad, u orientación correspondiente a una u otra mano. Aparecen ya indicios que conectan la quiralidad en distintos dominios.
- Nanotécnica (Nº172) 1/91. La nueva generación de técnicas electrónicas y ópticas puede surgir de pequeños fragmentos de materiales que confinan a los electrones en espacios con menos de tres dimensiones.
- Silicio de segunda generación (Nº173) 2/91 Las aleaciones del silicio con el germanio le dotan de propiedades muy ventajosas a la hora de fabricar dispositivos semiconductores
- Tercera forma del carbono (173) 2/91 El buckminsterfullereno, recientemente sintetizado, es una forma más de carbono que viene a unirse al diamante y al grafito y puede que tenga aplicaciones importantes.
- Buckytubos (Nº184) 1/92. Las moléculas de carbono conocidas como fullerenos pueden adoptar también la configuración de un tubo. Podrían originar así las fibras más finas, perfectas, resistentes al ataque químico y tenaces nunca logradas.
- Imanes de plástico. El ferromagnetismo de los derivados de la polianilina (Nº196) 1/93 Se han logrado copolímeros de anilina con propiedades conductoras de la electricidad y ferromagnéticas
- Nanotécnica. La nueva Ingeniería (Nº302) 11/01. Número temático. Se destaca el artículo "Nanotécnica y Química" en el cual el premio Nobel Richard E Smalley se suma al debate y explica por qué, a su entender, no funcionarán las nanomáquinas

## UNIDAD 4: BIOMOLÉCULAS Y MACROMOLÉCULAS

### Fundamentación

En esta unidad se aborda el estudio de biomoléculas y de macromoléculas (polímeros naturales y sintéticos).

Los temas serán tratados con mayor profundidad que lo dado en el primer año de TEMS, considerando los trabajos prácticos como soporte fundamental, pensando que en la última etapa del curso se desarrollarán los trabajos de investigación.

El estudio de esta Unidad puede sub-dividirse en:

- **Biomoléculas y biopolímeros naturales**
- **Otros polímeros naturales y sintéticos**

Ambas sub-unidades se desarrollan con la misma intensidad en cuanto a sus generalidades y se profundizan según el trayecto, en función de los intereses de los alumnos: orientación biológica y científico matemática respectivamente.

La diversidad de temas que aparecen en esta unidad, permite seleccionar aquellos que obligatoriamente deben ser tratados en un curso de Química de 3er. Año y que se incluyen en un "**núcleo principal**" y otros que pueden ser seleccionados por el docente y los alumnos y que se incluyen en un "**el espacio de autogestión programática**".

Al planificar esta unidad del programa se pretende que el alumno:

- a.- estudie los compuestos que intervienen en los procesos biológicos, algunos de los cuales se encuentran como polímeros naturales. También los polímeros artificiales, sus propiedades y aplicaciones, con el propósito de, además de contribuir a su formación en la disciplina, ayudar a construir el perfil vocacional y ampliar su cultura general como ciudadano.
- b.- realice un análisis y discusión del ambiente prebiótico y de las teorías que pretenden explicar el origen de la vida, en función de los distintos compuestos químicos y de su evolución en grado de complejidad.

c.- indague sobre las investigaciones que se realizan en biología molecular y en las actividades de la industria química con el fin de mejorar la calidad de vida.

### **Contenidos:**

#### **Aminoácidos y proteínas**

El experimento de Miller- Urey. Las biomoléculas primitivas. Aminoácidos. Estructura. Quiralidad. Configuración. Clasificación. Propiedades ácido-base. Curva de valoración.  $pK_a$  y  $pI$ . Introducción a biopolímeros: el enlace peptídico. Características estructurales. Péptidos de importancia biológica. Proteínas. Clasificación. Estructura primaria. Características. Estructuras de las proteínas. Desnaturalización. Técnicas de fraccionamiento. Funciones de las proteínas. Las enzimas. Revisión de cinética enzimática (programa de 2º Año). Reacciones acopladas.

Espacio de autogestión programática:

Las enzimas en los procesos metabólicos y en la industria.

Los priones.

La hemoglobina: una proteína alostérica.

#### **Glúcidos**

Los glúcidos en la vida cotidiana. Clasificación. Monosacáridos. Conformaciones de la glucosa cíclica. Isomería óptica. Fórmulas de proyección de Fischer (serie D) y de Haworth. Mutarrotación. Propiedades químicas. Reacciones de oxidación. Disacáridos. Polisacáridos de reserva. Polisacáridos mixtos. Polisacáridos estructurales.

**Espacio de autogestión programática:**

La industria del azúcar.

Tema de debate: edulcorantes.

#### **Lípidos**

Clasificación general. Los ácidos grasos. Derivados: industria del jabón. Jabones y detergentes. Triacilglicéridos. Propiedades. Reacciones químicas.

**Espacio de autogestión programática:**

El enranciamiento y la industria alimentaria. Margarinas. Biodiesel. Fosfolípidos y glucolípidos. Terpenoides e icosanoides. Esteroides. Hormonas esteroideas. Membranas biológicas y lipoproteínas. Alcaloides. Prostaglandinas. Feromonas.

#### **Ácidos nucleicos**

Los constituyentes fundamentales de los ácidos nucleicos. Nucleósidos y nucleótidos. Las estructuras del ARN y del ADN.

**Espacio de autogestión programática:**

Los ácidos nucleicos y el origen de la vida. Nociones de genética molecular.

Mutaciones. Transgénicos. Clonación

#### **Otros polímeros naturales y polímeros sintéticos**

Síntesis y estructura. Polímeros estereoespecíficos. Polímeros cristalinos y amorfos. Fuerzas intermoleculares. Entrecruzamiento y rigidez. Diferentes polímeros de uso cotidiano. Aplicaciones.

**Espacio de autogestión programática:**

Aditivos que permiten a los polímeros adquirir propiedades específicas.

Los residuos plásticos y su reciclado.

Implantes de siliconas y salud.

**Bibliografía:**

J. Macarulla. Biomoléculas, 1999 Ed Reverté.

Badui Dergal, S. (1999) Química de los alimentos. Pearson. México

Bohinski. Bioquímica, 1999 Ed Addison.

Mathews. Bioquímica.

M Alegría y otros. Polimodal. 1999. Ed Santillana.

Stryer. Bioquímica.

Morrison. Química orgánica.

Trudy Mckee y J. Mckee (2004). Bioquímica. Ed. McGraw Hill.

**Sugerencias metodológicas**

En esta unidad puede abordar los temas tales como composición, elaboración, conservación, envasado, características de los alimentos, de la información que brindan las etiquetas de alimentos elaborados, del metabolismo, de las dietas, para trabajar proteínas, glúcidos, lípidos.

Se propone abordar el tema de aminoácidos y proteínas tratando un polipéptido. A partir de un polipéptido como la bradikinina (Arg-Pro-Pro-Gly-Phe-Ser-Pro-Phe-Arg), que se genera en el organismo humano para inhibir la inflamación, se estudia los aminoácidos, el enlace peptídico, el grupo amino, el grupo carboxilo, las propiedades, la quiralidad, la secuencia.

Insistir en los conceptos, las funciones y las estructuras conformacionales de las proteínas.

En los glúcidos se puede trabajar a partir de la lactosa, un disacárido que constituye hasta el 4,5% de la leche de vaca y el 6,7 % de la leche humana. Se compone de  $\beta$ -D – galactosa y  $\alpha$ -D glucosa unida por enlace  $\beta$ -1,4-glicosídico. Trabajar las representaciones cíclicas, el carbono hemiacetálico, abrirse en la forma de aldosa y estudiar la isomería óptica, propiedades, reconocimiento con los reactivos, reacciones.

Todos los temas tienen un núcleo principal y un espacio de autogestión programática, en el que se trabajará según la orientación y los intereses demostrados por los alumnos.

Serían recomendables algunos pequeños trabajos de investigación, que les permita diseñar actividades, priorizar el aspecto cualitativo o cuantitativo que los estimule a observar, predecir, explicar y discutir en el grupo para comunicar y dialogar con los compañeros.

Con el tema de los ácidos nucleicos se puede plantear temas de actualidad relacionados con el proyecto del genoma humano, el clon, la mutación del ADN, los oncogenes.

Seleccionando adecuadamente situaciones problemáticas se puede evaluar las habilidades de reconocer, identificar, relacionar los distintos conceptos

El profesor fomenta el debate en el aula colabora en el establecimiento de condiciones y parámetros.

- Estos temas permiten contextualizaciones permanentes con la vida cotidiana, algunas de las cuáles podrían ser:
  - Lecturas sobre temas vinculados a la salud: diabetes, vitamina C, edulcorantes bajos en calorías, lactancia y las proteínas defensivas, el colesterol, las feromonas y el control de plagas, detección de enfermedades metabólicas, mitos y verdades sobre los alimentos.
  - vincular con poder energético, alimentos, dietas, etc.
  - Las enzimas vinculadas a su importancia biológica (insulina) o tecnológica (Beta galactosidasa en la industria láctea)
  - Trabajar con etiquetas de alimentos, envases de jabones con enzimas (analizar la temperatura óptima de lavado)
  - Para polímeros, los soportes musicales ayer y hoy, el caucho, caucho sintético, aditivos, estabilizantes.
- Lecturas para potenciar el enfoque histórico: descubrimiento de la clorofila, los ácidos nucleicos y el origen de la vida, etc.
- Propuestas de "pequeños trabajos de investigación" y debate (págs. 152, 153, 173 191, 252, 270 , 313 del Polimodal Química 2)
- Uso de modelos (Haworth pág. 336 de Milone, J.O.(1989) Química V estrada Argentina, caja de modelos moleculares, modelos moleculares pág. 360 Polimodal Química 2.
- Actividades interdisciplinarias sobre temas como: intoxicaciones e infecciones alimentarias, integración del metabolismo, etc.
- Temas de debate que potencian un enfoque CTS, los esteroides anabolizantes, lípidos dieta y salud, residuos plásticos y su reciclado, etc.
- Actividades experimentales (se mencionan algunas posibles actividades para que el docente seleccione o incorpore otras de acuerdo con los intereses del grupo, las disponibilidades del laboratorio, etc.):
  - Caseína: extracción y reconocimientos
  - Enzimas:
    - Ureasa,
    - De Ceretti, H y Zalts, A. (2000) Experimentos en contexto. Pearson Education S. A. Argentina:
      - Enzimas para descomponer agua oxigenada (pág. 194: distintos vegetales y trozos de alimentos, dependencia de la temperatura y del pH).
      - Proteasas: ananá, Kiwi, manzana, naranja, hervida y sin hervir (pág. 198).
      - ¿Por qué las manzanas peladas se vuelven marrones? (pág. 201).
      - Enzimas en la saliva (pág. 204)
- Propuestas de trabajo prácticos del Polimodal Química 2:
  - crema de limpieza, pág. 175
  - obtención de colágeno presente en los huesos, pág. 192
  - estudio de solubilidad, desnaturalización e identificación de proteínas, pág. 196
  - estudio de la vía metabólica mediante un cultivo de levaduras, pág. 270
  - reconocimiento de almidón y su hidrólisis, pág. 153
  - control de envases plásticos, pág. 314
  - preparación de nailon 6,6, pág. 315
  - Detergentes y jabones
  - Índice de Saponificación
  - Índice de yodo
  - Disacáridos

pág 293. Físicoquímica. Rosana Aristegui.

pág 69. Química. Polimodal 1.

pág 368. Química. Chang.

Radiactividad. Prof Savio, Prof Rebollo.

pág 76. Química 2. Polimodal.

pág 77. Química 2. Polimodal.

pág 192. Polimodal.

pág 153. Polimodal.

pág 51. Prof Rebollo.

pág 55. Prof Rebollo.

Propuestas de trabajo prácticos interdisciplinarios:

Respiración aeróbica y Fotosíntesis, pág. 252. Polimodal. Química II.

Extracción de ADN

Artículos de ADEQ. Sobre grasas y aceites, margarinas.

Artículos de Investigación y Ciencia:

"Fármacos de origen vegetal de ayer y hoy" N° 254, nov. 1997.

"Biotecnología de fármacos" N° 254, nov. 1997.

"origen de la inmunidad de los vertebrados" N° 244, enero 1997.

"Reconocimiento inmunitario de cuerpos extraños" N° 206, nov. 1993.

"Integrinas y salud" N° 250, nov. 1997.

"El sistema inmunitario del cerebro" N° 232, enero 1996.

"Inmunoterapia contra la drogodependencia", N° 247, julio 1996.

"Bases neurológicas de la adicción la cocaína" N°238, julio de 1996.

Algunos sitios de internet:

<http://www2.ulpgc.es/conganat/conferencias>

<http://www.iop.bpmf.ac.uk/>

<http://www.ac.uba.ar/>

<http://www.uherb.ca/programmes/course/IML/iml701.htm>

<http://www.ambar.com/and.htm>

<http://www.el-mundo.es/salud/306/n0002html>

<http://www.fmed.uma.es/dpto>

<http://www.ibms.org/>

<http://www.hea.org.uk/>

**Table of nuclides:** <http://atom.kaeri.re.kr/>

Excelente base de datos sobre nucleidos radiactivos: Masa nuclear, defecto de masa, energía de ligadura, modos de decaimiento, aplicaciones y muchos datos más de cada uno de los isótopos conocidos de los elementos del sistema periódico.

**Física 2000:** <http://www.maloka.org/fisica.htm>

Sitio en español. Rico en información (texto, imagen applets interactivos) sobre física cuántica, estructura atómica, propiedades periódicas y sus aplicaciones tecnológicas. Ganador del "Pirelli *International Award*", primero orientado al fomento de la difusión de la cultura científica y tecnológica en Internet.

Concebido y Dirigido por el Profesor Martin V. Goldman de la Universidad de Boulder, Colorado. Producido por la comisión de educación superior de la Universidad de Colorado y la National Science Foundation estadounidense.

**Libros Maravillosos:** <http://www.geocities.com/LibrosMaravillosos/>

Proyecto de dos particulares (Patricio Barros y Antonio Bravo) que decidieron colgar en la red algunos clásicos de la divulgación científica rusa que fueran publicados en español por la editorial Mir de Moscú. Se pueden encontrar las versiones .html y .pdf de "Química recreativa" de L. Vlasov y D. Trifonov, "Geoquímica recreativa" de Alexander Fersman y las célebres "Física recreativa" tomos 1 y 2 de Yakov Perelman entre muchos otros

**Molecules from Chemistry:**

<http://people.ouc.bc.ca/woodcock/molecule/molecule.html>

Sitio de visualización y descarga de modelos moleculares tridimensionales (fundamentalmente de compuestos orgánicos) en formatos MOL y PDB. Los archivos son pequeños y pueden abrirse con plugins o programas de visualización gratuitos en equipos de prestaciones modestas.

**PDB (Protein Data Bank):** <http://www.rcsb.org/pdb/>

Sitio académico. El mayor depósito virtual de imágenes tridimensionales e información estructural sobre biomoléculas. Permite, mediante links, acceder a un enorme menú de sitios relacionados. También tiene vínculos a los sitios de descarga de visualizadores y plugins gratuitos requeridos.

**Journal of Chemical Education Online:**

<http://jchemed.chem.wisc.edu/>

Versión electrónica de la publicación de la American Chemical Society. Cuenta con noticias, artículos y acceso a foros totalmente libres. La suscripción institucional (unos US\$ 200 anuales) permitiría contar con la publicación completa, así como abundante software aplicado a la enseñanza de la química.

**ACDlabs. Descargas:** <http://www.acdlabs.com/download/>

Software libre de visualización y diseño molecular. Particularmente, el programa ChemSketch es excelente. Buenas bases de datos. También incluye manuales en español de los programas disponibles. El usuario debe registrarse (sin costo) para descargar el software.

**Homo Webensis:** <http://www.homowebensis.com/index.php>

“Web para homínidos con sentido crítico y del humor” según sus web masters. Aporta excelentes insumos para organizar debates sobre temas tales como: alimentos transgénicos, medicinas alternativas, experimentación con embriones, genoma humano, etc. Es un sitio de opinión y defiende sus posturas con vehemencia.

Ministerio de Cultura de España: <http://www.mcu.es/>

30 de diciembre de 2004

#### COMISIÓN PROGRAMÁTICA DE QUÍMICA

Roberto Calvo

Marisa García

Ana Gereda

Ma. Antonia Grompone

Alberto Lahore

Cristina Rebollo

Lilián Rivero

**PLAN REFORMULACIÓN 2006**

**PROGRAMA DE QUÍMICA**

**SEGUNDO AÑO BACHILLERATO OPCIÓN BIOLÓGICA Y CIENTÍFICA**

**FUNDAMENTACIÓN**

La asignatura Química, en Segundo año de Bachillerato Reformulación 2006, es una de las asignaturas específicas en las Orientaciones Biológica y Científica, que permite ampliar y profundizar el conocimiento disciplinar y desarrollar ciertas habilidades y destrezas específicas, atendiendo a las motivaciones vocacionales de los alumnos.

Así mismo este curso de Química intenta canalizar los diversos intereses de los jóvenes con finalidad formativa, apuntando a un conjunto de saberes específicos, brindando un cuerpo de conocimientos socialmente significativo y favoreciendo la integración del mismo; para atender a la diversidad de intereses y al desarrollo de las diferentes inteligencias.

El programa de Química para *ambas orientaciones es común* en los contenidos generales básicos y contempla temas de contextualización según las distintas orientaciones, quedando además a cargo del docente realizar énfasis en distintas temáticas y/o actividades acorde con la orientación.

Este programa aborda las temáticas referentes a los principios básicos de Química General acudiendo constantemente a ejemplos y al análisis de situaciones tanto de la Química Orgánica, como de la Química General, planteando ejemplos de interés biológico, industrial y/o tecnológico, atendiendo los aspectos vinculados con la salud y el cuidado del ambiente y vinculando así los principios generales con fenómenos de la vida cotidiana.

Paul Gross (1996), frente a ciertas posturas intelectuales que se caracterizan por la pretensión de poder desarrollar juicios y análisis significativos acerca de un tema tecnológico o científico, aún siendo ignorante sobre el tema, afirma textualmente:

*"El hecho es que las personas que no han sido entrenadas en una u otra ciencia, son incompetentes para saber cómo se la produce, cómo se la escribe, cómo se la anuncia en congresos o revistas, o qué es lo que cuenta como éxito. En ausencia de este conocimiento técnico, estas personas tenderán a centrarse en aquellos aspectos de la ciencia que creen entender: los aspectos sociales". Reivindica así la necesidad de conocimientos científicos rigurosos, para poder ejercer una ciudadanía responsable. (Gross, Paul; Levitt, Norman; The Flight from Science and Reason. The John Hopkins University Press, 1996).*

En otro orden, y en completo acuerdo con Ortega y Gasset, consideramos que nuestra obligación como docentes es "ante todo y sobre todo... mostrar a los alumnos la belleza de los contenidos"<sup>1</sup>. No se trata de desarrollar un tema hasta pretender agotarlo, sino de ir realizando sucesivas aproximaciones en forma recurrente interconectada y espiralizada (Bruner), aproximaciones que permitan un abordaje más profundo e internalizado del mismo, que le habiliten a analizar posibilidades y tomar posturas fundadas.

La Química contribuye a incorporar una actitud científica al estilo de vida de los alumnos<sup>2</sup>, propiciando la curiosidad, tratando de que no pierdan la capacidad de asombro, permitiendo que indaguen y busquen respuestas basadas en razonamientos propios con rigurosidad científica.

Así mismo, permite reconocer el carácter parcial y provisional del conocimiento elaborado por las ciencias experimentales, el papel que juega el investigador en la selección e interpretación de la información, la importancia del rigor y de la honestidad en el proceso de investigación. Es conveniente para esto, generar situaciones de aprendizaje que partan de lo cotidiano, planteando problemas referentes al entorno, de interés para el alumno, e ir construyendo un entramado conceptual para su propia formación como ciudadano responsable, en una sociedad democrática y sus futuros estudios especializados, marcando y analizando las relaciones con los fenómenos sociales, ecológicos, políticos y económicos.

La sociedad actual, necesita para afrontar el tercer milenio, la formación de ciudadanos científica y tecnológicamente alfabetizados. La enseñanza de las Ciencias, y en particular de la Química, debe potenciar en los alumnos la adquisición de una visión integrada de los fenómenos naturales y la comprensión de las diferentes teorías y modelos, sobre los que se van construyendo estos campos del conocimiento. Esto es imprescindible, para poder manejar mejor los códigos y contenidos culturales del mundo actual y operar comprensiva y equilibradamente sobre la realidad material y social.

Se debe por lo tanto, favorecer el desarrollo de estrategias de pensamiento científico, entendiendo que dicho modo de pensamiento es sobre todo una actitud, una forma de abordar los problemas y no el simple conocimiento de una serie de ideas, datos, hechos, resultados o teorías, que se han acumulado a lo largo de la historia.

El aprendizaje que se pretende conseguir, desempeña un importante papel en el desarrollo del pensamiento lógico y en la adquisición de saberes relevantes, que ayuden a adolescentes y jóvenes a estar mejor preparados para interpretar y comprender más ajustadamente el mundo que los rodea, visualizando la diversidad de paradigmas y así poder participar en el proceso democrático de toma de decisiones, y en la resolución de problemas relacionados con la ciencia y la tecnología en nuestra sociedad (Iglesia, 1995).

Esta formación, sin duda, se debe lograr con la participación, el aporte y el compromiso de todos los actores educativos, que involucran la adquisición de un conjunto de saberes. Dentro de la perspectiva de la alfabetización científica, las metas a alcanzar, según Fourez (1997)<sup>3</sup>, deben

<sup>1</sup> CASADO, Julio. (1995) "La química ¿ciencia central?". Revista ADEQ. N° 10. Montevideo.

<sup>2</sup> BULWIK, Marta. (Noviembre, 2002) "Síntesis"

<sup>3</sup> FOUREZ, G. (1997) "Alfabetización Científica y Tecnológica. Acerca de las finalidades de la Enseñanza de las Ciencias". Buenos Aires. Ediciones Colihue.

vincularse con la conquista de la autonomía de las personas, con una mejor y más rica comunicación con los demás y con un racional manejo del entorno. Una educación que se apoya en la modernidad dialógica, da importancia al diálogo igualitario e integra voces de toda la comunidad, con el objetivo de desarrollar un proyecto plural y participativo, en función del contexto social, histórico y cultural del alumnado (Elboj Saso, 2002). Si el docente comparte las consideraciones anteriores, probablemente se favorezca el desencadenamiento de una real motivación en el alumno. Se puede motivar el aprendizaje de la Química, enseñándola en estrecha relación con temas de actualidad, siguiendo el ordenamiento acorde a la estructura psicológica de los alumnos, que no tiene por qué coincidir con el ordenamiento lógico de la disciplina.

El presente programa, es entendido como: "el documento oficial de carácter nacional" (Zabalza, 1987), "mientras que hablamos de programación, para referirnos al apoyo educativo didáctico específico, desarrollado por los profesores para un grupo de alumnos concreto. Programa y programación son planteamientos no excluyentes"; "Ambos testimonian la responsabilidad del docente, en la elaboración de una propuesta de trabajo que articule la perspectiva institucional con las condiciones y dinámicas particulares observadas en el grupo de estudiantes"<sup>4</sup>. Desde este enfoque corresponderá a cada docente, la elaboración de una planificación que contemple los contenidos propuestos en el programa y que además implique su adecuación al contexto y a sus alumnos. Se considera el aula como espacio de innovación, de desarrollo personal del docente y de los alumnos, de experimentación, siendo este desafío clave para la motivación profesional del docente<sup>5</sup>.

Invitamos pues, a los Profesores de Química, no a otro cambio más de programa, sino a lograr entre todos el cambio metodológico, que consideramos prioritario en la enseñanza de las ciencias. Se trata de atender la convergencia de dos propósitos:

- la formación del alumno que no siga cursos vinculados con Química, comprendiendo la necesidad de una *educación científica para todos*;
- y una formación para quien tendrá la oportunidad de continuar profundizando estos y otros temas en el curso de 3º año de Bachillerato y en estudios superiores.

Este desafío, apela a la profesionalidad de los docentes, requiriendo una sólida formación y actualización disciplinar, para poder realizar con solvencia la selección y jerarquización de los aspectos a tratar en el aula y desarrollar la creatividad, en cuanto a planteos y a estrategias de acción variadas.

A partir de este programa, cada sala docente discutirá y elaborará su planificación, atendiendo a las características del centro educativo, al contexto del mismo, y luego cada docente, atendiendo a los intereses y necesidades del alumnado, "personalizará" la propuesta en cada grupo de estudiantes. La propuesta de distribución temporal de los temas del programa, intenta guiar al docente acerca de la profundidad con que éstos deben tratarse.

<sup>4</sup> ZABALZA, M. (1987) "Diseño y desarrollo curricular". Madrid. Ed. Narcea.

<sup>5</sup> DÍAZ BARRIGA, A. (1995) "Docente y Programa. Lo institucional y lo didáctico". Ed. Aique.

## OBJETIVOS GENERALES

Debe ser el objetivo del docente promover el desarrollo de ciertas capacidades y destrezas que en la enseñanza de la Química, son en particular:

- ✓ Autonomía intelectual.
- ✓ Pensamiento crítico.
- ✓ Creatividad.
- ✓ Elaboración y uso de modelos.
- ✓ Comunicación a través de códigos verbales y no verbales relacionados con el conocimiento científico.
- ✓ Investigación y producción de información, a partir de aplicación de estrategias propias de la actividad científica.
- ✓ Comprensión del papel de la ciencia, como determinante para una participación plena y responsable en la toma de decisiones, que afectan a la sociedad en su conjunto y también a su vida personal, con el objetivo de que el estudiante pueda estar en mejores condiciones de inserción en la sociedad y participar de su transformación.
- ✓ Valoración de la actividad experimental, como fuente de información que permite obtener datos, que adecuadamente procesados conducen a la interpretación de la realidad.

Se aspira a que el estudiante, cuando egrese de 2º año de Bachillerato sea un ciudadano que:

- Pueda intervenir, de manera responsable y con criterio científico en las decisiones sociales y políticas.
- Tenga una actitud crítica con mirada científica sobre los problemas
- Sea sensible a los problemas sociales y se comprometa en la búsqueda de soluciones.
- Esté motivado para continuar su formación en el área científica.
- Domine los conceptos básicos de la asignatura.
- Sea capaz de utilizar los conocimientos científicos en la vida diaria, en la mejora de la calidad de vida y en situaciones nuevas.
- Posea habilidades y destrezas en manejo de materiales de laboratorio y sea capaz de ejecutar técnicas de trabajo.

## ASPECTOS DIDÁCTICOS.

La Comisión Programática, estima conveniente realizar algunas consideraciones generales, así como una breve fundamentación de la selección de contenidos, actividades experimentales, ejemplos de posibles recursos a utilizar, sin pretender pautar exhaustivamente el quehacer docente.

### Las actitudes como contenido de enseñanza

La inclusión de los contenidos actitudinales en los programas de ciencias resulta, para muchos profesores, difícil de llevar a la práctica, es decir, no limitarse a incluirlos en el listado de objetivos, sino planificar actividades para desarrollarlos y evaluarlos. El aprendizaje de las ciencias no

puede ser concebido sólo en términos cognitivos; hay que contar con el desarrollo afectivo, es decir, debemos tener en cuenta no sólo lo que los alumnos piensan, sino también lo que sienten. La educación debe proponerse un desarrollo completo y armónico de las personas, que incluya por ejemplo un pensamiento crítico, que capacite para formarse opiniones propias, tomar opciones o adoptar decisiones en relación con cuestiones científicas o técnicas. Para la teoría crítica esa dimensión es la más relevante de la educación, encaminada a que las personas sean conscientes de las implicaciones sociales de la ciencia y contribuyan a construir un mundo más justo.

Se entiende por actitudes la predisposición ante ciertos objetos o situaciones, que autores como Ausubel han considerado una de las condiciones para que se produzca el aprendizaje significativo. Más que "ser enseñadas", las actitudes se desarrollan gradualmente y se transfieren de modo casi implícito. Es decir, a este respecto, el papel del profesor consiste en crear un ambiente de aprendizaje que estimule el interés del alumnado, crear situaciones y diseñar tareas que resulten motivadoras, o que promuevan la reflexión. También actitud es la predisposición a pensar y actuar en consonancia con unos valores determinados, distinguiendo entre los valores (la apreciación, interés o utilidad atribuida a algo); las normas implícitas o explícitas de actuación (que se establecerían sobre la base de los valores), y las actitudes (disposición a comportarse de acuerdo con ellos).

El tratamiento de las actitudes, en los diseños curriculares, se reduce a un planteo muy general, como: el respeto a la opinión del otro, la tolerancia, la valoración del medio natural, el desarrollo de hábitos saludables, la curiosidad o el cuidado del material de laboratorio. Si bien todo ello es importante, se debe, además, desarrollar actitudes y valores específicos para los diferentes contenidos. También hay que tener en cuenta que las actitudes al igual que los procedimientos pueden impregnar las distintas disciplinas y que no puede establecerse una división estereotipada. Es necesario tener presente que el aprendizaje es un proceso integrado en el que **actitudes, procedimientos y conceptos se aprenden conjuntamente**; unos dependen de otros; los valores no se desarrollan en el vacío, a través de consignas más o menos bienintencionadas y ni siquiera por la imitación de modelos adecuados, sino que deben estar fundamentados en los conocimientos relevantes. La toma de decisiones y el pensamiento crítico no operan en contextos abstractos, sino que deben fundamentarse en criterios razonados. El planteamiento de cuestiones relacionadas con valores debe reconocer la complejidad de los problemas reales, por lo que no pueden abordarse desde posiciones simplistas.

Por otra parte es importante reconocer el carácter conflictivo de muchas cuestiones relacionadas con las actitudes. Por esta razón las cuestiones más interesantes para trabajar en clase son precisamente las conflictivas, las que no tienen una solución única, sino que cualquiera de las opciones tiene ventajas e inconvenientes. Esta variedad promueve el razonamiento, la necesidad de justificar una u otra opción. Por otra parte, y en el sentido de formar ciudadanos, de promover el pensamiento crítico, es importante el reconocimiento de que todo tiene un costo, por ejemplo, conseguir mejorar el ambiente puede suponer esfuerzos puesto que existen intereses en conflicto.

#### **La contextualización de los contenidos de enseñanza**

El profesor debe considerar que el tratamiento de los contenidos actitudinales implica el contexto del alumno. Sin embargo la contextualización en la enseñanza de las ciencias no involucra necesariamente el tratamiento actitudinal de los contenidos

La Química es la ciencia que estudia las propiedades de las diversas sustancias y sus transformaciones. Se trata de una definición breve y concreta. Sin embargo, probablemente no transmita una idea cabal de la amplitud de los temas que esta disciplina abarca, ni la posición central que ocupa entre las ciencias experimentales. Por ejemplo, muchos aspectos de la época contemporánea, a los que frecuentemente se alude en los medios de comunicación, están estrechamente vinculados con diferentes aspectos de la Química. Es más, pocas veces tomamos conciencia de que estamos completamente sujetos a las regularidades de la Química, y que cada momento de nuestra vida depende del complejo y altamente ordenado conjunto de reacciones químicas que tienen lugar en nuestros organismos y en todo lo que nos rodea.

La vastedad del territorio químico constituye de por sí un desafío y agrega ciertos condicionamientos al proceso de enseñanza y de aprendizaje de la Química. Una de las dificultades que se detecta en los diversos niveles educativos se puede resumir en el hecho de que el proceso de enseñanza y de aprendizaje de la Química requiere una construcción mental capaz de relacionar la estructura -representada por modelos, no siempre fáciles de interpretar por quienes se acercan a la disciplina, de conceptos como átomo, molécula, enlace, electrones, etc.- y el comportamiento macroscópico de las sustancias -aspecto, propiedades, reactividad, etc.-, mediante un lenguaje -conceptos científicos y nomenclatura química- que además, suele resultar extraño, tanto para los alumnos de las asignaturas relacionadas como para el conjunto de la ciudadanía.

Como la Química está presente en todas partes y en todas las actividades humanas, la vida cotidiana encierra muchos temas de interés que pueden ser utilizados en el proceso de enseñanza y de aprendizaje de esta disciplina. Busquemos la expansión de nuestro mundo partiendo de lo que nos es más familiar, de lo cotidiano. Esta búsqueda comienza por aprender a tener otra mirada sobre el mundo que nos rodea, preguntándonos qué está pasando, tratando de comprenderlo y de formular algunas respuestas.

En conjunto, todo esto quizá sea parte del camino que pueda remediar la progresiva pérdida de interés de los alumnos en ciencias a medida que avanza la escolarización, llevando a las clases de ciencias los problemas de tamaño real que ocurren fuera de clase, en la vida. Porque las ciencias, como toda la enseñanza, deben ser parte de la preparación para la vida, y nuestro objetivo en clase es que el alumnado aprenda a usar los conocimientos científicos, en otras palabras, que aprenda a pensar científicamente

#### **Sugerencias metodológicas**

De acuerdo con lo planteado en los párrafos anteriores, resulta formativo, realizar enfoques interdisciplinarios que permitan vincular los aspectos científicos, con los históricos, sociales, económicos y tecnológicos. Es así que, los enfoques interdisciplinarios y las nuevas tecnologías que pueden aplicarse en la enseñanza, son dos puntos principales a considerar para planificar el curso. Las estrategias de enseñanza y los recursos a emplear, son instrumentos que adquieren sentido en la relación teoría-práctica, a partir de la discusión del saber a ser enseñado, de los procesos realizados por el profesor y en las posibilidades reales de ser trabajados con determinados alumnos. Esto implica que el docente, tome una serie de decisiones acerca de la selección de contenidos a enseñar y de las estrategias a implementar, diseñando un escenario en el cual el alumno que construye su aprendizaje, juegue un rol protagónico, para lograr verdaderos aprendizajes significativos. La elaboración de mapas y redes conceptuales, problemas abiertos, tratamiento de casos, dinámica de grupos, simulación de noticias, análisis de información de

actualidad de distintos medios, trabajos experimentales, uso de interfaz, manejo de software educativos, análisis de controversias de trabajos científicos, proyección de videos, actividades de contextualización con situaciones abiertas y cerradas de distintos documentos, breves investigaciones, visitas didácticas, proyectos, intervención de expertos, son algunos ejemplos a considerar.

La construcción del aprendizaje, debe hacerse en base a las ideas previas de sus alumnos, para propiciar un cambio conceptual. La mayoría de estas ideas, son construcciones personales difíciles de modificar, ya que no son fáciles de conocer, porque forman el conocimiento implícito del sujeto. Será el docente, quien a través de la cuidadosa selección de estrategias, logre hacerlas aflorar y luego emplearlas inteligentemente en el trabajo del aula.

Son importantes "las preguntas orientadoras", "preguntas inteligentes" e intencionales, que permitan generar múltiples enfoques y caminos de respuesta, excitando el interés, generando atención, conduciendo a la búsqueda de nuevos conocimientos, orientando el desarrollo de nuevas ideas, en un proceso de razonamiento organizado.

Consideramos importante tener presente a la hora de planificar lo siguiente:

- Valorar la importancia de plantear un ejemplo y abordarlo vinculándolo con distintas temáticas de cada módulo.
- Tratar siempre que sea posible, cada aporte al conocimiento científico vinculado a su contexto histórico. Sin que signifique una toma de partido entre posturas enfrentadas, en el debate epistemológico se procurará presentar, a la Ciencia en general y a la Química en particular, como una de las más grandes construcciones colectivas emprendidas por nuestra especie y por ello, profundamente humana y humanizadora.
- Hacer énfasis en aplicaciones rigurosas, sin dar demasiada relevancia a las demostraciones.
- Orientar al alumno en la búsqueda de la información, tanto bibliográfica como almacenada en medios electrónicos. Sería deseable asignar un tiempo razonable al análisis crítico de la obtenida particularmente por la segunda modalidad, la seriedad de las fuentes consultadas, el rigor lógico y metodológico, etc.

La problematización de la realidad en el aula, se impone como una necesidad a todo proceso educativo, que aspire a proporcionar instancias idóneas para la adquisición de aprendizajes relevantes. Lejos de rehuir el debate, un curso de ciencia debe fomentarlo.

El trabajo experimental es muy importante para la construcción de los aprendizajes. Todo trabajo de laboratorio, tenderá a la adquisición por parte del estudiante, de niveles cada vez mayores de autonomía, fomentándose en forma constante la creatividad. Se dispondrá razonablemente de los recursos materiales, para concretar actividades propuestas por los alumnos, siendo la presencia y participación del docente en su función de orientador fundamental y permanente.

Deberán evitarse, salvo casos puntuales, las modalidades mecánicas y repetitivas del trabajo experimental; su desajuste con respecto al curso teórico, así como, hasta donde sea posible, la indeseable separación en el tiempo de los momentos de colecta de la información y su procesamiento e interpretación.

Se procurará en todo momento, que el alumno desarrolle y ejercite su capacidad para analizar la información, buscar regularidades, proponer hipótesis y estrategias para verificar su validez.

Sin menoscabar la importancia de la ejercitación como factor de consolidación de herramientas y de determinados aspectos del conocimiento, deberá reducirse al mínimo imprescindible el planteo de problemas cuyo abordaje mecánico y puramente algorítmico no contribuya a la consolidación de conceptos. La destreza adquirida en la resolución de tal tipo de problemas, es a menudo confundida por el estudiante con la competencia en la asignatura.

## PROGRAMA 2º BACHILLERATO DIVERSIFICADO

### Consideraciones preliminares

Se propone considerar como contenido eje, que resulte el hilo conductor entre los programas de 2º y 3º, las transformaciones de la materia, jerarquizando la reacción química. Así mismo realizar el estudio de estas transformaciones desde la dimensión fenomenológica, como base empírica de análisis y desde la dimensión corpuscular como base teórica del mismo. De esta manera el alumno podrá abordar el estudio de los fenómenos desde la descripción proveniente del campo empírico y su interpretación a partir del estudio teórico.

Para esto se propone una trayectoria que implique partir del estudio de la estructura de la materia, para posteriormente abordar las transformaciones físicas, primero y químicas después, considerando que este estudio debe transitar por todas las dimensiones de análisis que implica una reacción química: teórica, cuantitativa, energética y cinética. Finalmente cerrar todo el trayecto con el estudio específico de las transformaciones de la materia en los sistemas biológicos, de acuerdo con el siguiente esquema:

### TRAYECTORIA DE CONTENIDOS PARA 2º BD Y 3º BD

		TEMA	CONTENIDOS GENERALES
2º	MÓDULO 1: Estructura de la materia	Estructura atómica y molecular	Núcleo y sus transformaciones Periferia atómica -Periodicidad Interacciones intramoleculares Estructura molecular Interacciones intermoleculares

	<b>MÓDULO 2:</b> Transformaciones físicas	Proceso de fusión Proceso de vaporización Proceso de disolución	Dimensión corpuscular de los cambios físicos Propiedades de las fases condensadas Propiedades de la fase gaseosa Propiedades de las soluciones
	<b>MÓDULO 3:</b> Transformaciones químicas. <b>Reacción Química</b>	Dimensión cuantitativa Aspectos cuantitativos de las reacciones en fase gaseosa y en solución. Reacciones REDOX	Dimensión corpuscular de las reacciones químicas. Relaciones cuantitativas
3º año BD	<b>MÓDULO 1:</b> Estructura de las macromoléculas	Química estructural de las macromoléculas	Estructura de glúcidos, lípidos, proteínas
	<b>MÓDULO 2:</b> Dimensión energética de las reacciones químicas	Espontaneidad y reversibilidad de las reacciones químicas	Primer Principio Termodinámica Termoquímica 2º Principio Termodinámica – Espontaneidad Reversibilidad
	<b>MÓDULO 3:</b> Equilibrio químico	Equilibrios iónicos	Equilibrios ácido/base Equilibrios de solubilidad
	<b>MÓDULO 4:</b> Dimensión cinética de las reacciones químicas	Reactividad: cinética química	Velocidad de reacción Mecanismos de reacción
	<b>MÓDULO 5:</b> Reacciones químicas en los sistemas vivos	Transformaciones biológicas de las macromoléculas	Procesos metabólicos

### Contenidos

La presentación de contenidos que plantea este programa implica por un lado una secuencia de contenidos generales organizados en función de los diferentes temas a tratar en cada módulo. Esto le facilitará al profesor la tarea de diseñar las unidades didácticas que constituyan la estructura de su planificación anual. Luego se plantea un cuadro complementario en el cual se proponen tres clases de contenidos de enseñanza:

**Contenidos mínimos:** conjunto de contenidos básicos que el profesor deberá enseñar en su totalidad para desarrollar el programa en forma completa.

**Contenidos de profundización:** atendiendo la realidad del contexto en el que trabaje y las características de los grupos a su cargo, se proponen contenidos que permitan ampliar y profundizar cada tema. Estos contenidos deberán ser tenidos en cuenta por el docente y/o la Sala del liceo en los ajustes que realice a la planificación anual, durante el desarrollo del curso.

**Contenidos de contextualización:** aquí se proponen ejemplos de contenidos que deben constituirse en el centro de interés del tema, a partir del cual enseñar tanto los contenidos mínimos como los de profundización. Estos están pensados para facilitar una contextualización permanente de los temas tratados, y trabajar la dimensión actitudinal de los contenidos implicados en los mismos. Asimismo éstos permitirán al profesor seleccionar aquellos que consideren más adecuados de acuerdo a los diferentes intereses de los alumnos, según hayan realizado una opción biológica o científica.

### **MÓDULO 1: Estructura de la materia**

10 semanas

El tratar estos contenidos al inicio del curso permitirá establecer una adecuada articulación con el curso de 1º BD teniendo en cuenta que en éste, al inicio del estudio de los compuestos del carbono, se parte de un somero análisis de la estructura del átomo de C<sup>6</sup>. Esto permitirá, retomar desde aquí el estudio del C ya realizado, para introducirse en el estudio de la estructura periférica desde una perspectiva más amplia y en mayor grado de profundidad. También permitirá dar continuidad al estudio de los compuestos del carbono desde una perspectiva estructural. Por otra parte este módulo se constituye en un prerrequisito para que el estudio posterior de las transformaciones físicas y químicas se pueda realizar no solo desde la perspectiva fenomenológica, sino también desde su análisis teórico, permitiendo poner en juego el carácter explicativo y predictivo del modelo estudiado. Es fundamental como parte de la metodología científica a la que se pretende aproximar al alumno en su formación básica, que éste esté en condiciones de abordar el estudio de la naturaleza desde una perspectiva fenomenológica y a su vez poder comprenderla desde el análisis teórico a través de la interpretación corpuscular de los fenómenos, y que pueda discernir con rigor y claridad cada uno de estos campos de análisis de la realidad.

El módulo se inicia con el tema "el núcleo y sus transformaciones", el objetivo de incluirlo, más allá de su importancia desde el punto de vista disciplinar, es fundamentalmente considerar que las temáticas que involucran el estudio del núcleo atómico permiten generar una disposición significativa al aprendizaje dado el carácter motivador que pueden presentar, el alto nivel de contextualización que se puede lograr con ellos y fundamentalmente permite abordarlos desde una dimensión actitudinal. Por esta razón el tratamiento del tema debe realizarse teniendo presente este objetivo. El abordaje de los procesos radiactivos, considerando los contenidos mínimos, debe ser fundamentalmente desde el punto de vista cualitativo, de tal manera que el alumno pueda comprender los modelos que explican las causas de inestabilidad nuclear y los cambios que

<sup>6</sup> La Comisión Programática considera importante sugerir que la secuencia de contenidos del curso de 1ºBD se realice comenzando con los contenidos de enseñanza provenientes de la Química General y terminar con los contenidos provenientes de Química del Carbono

ocurren a este nivel que determinan alcanzar una mayor estabilidad. No obstante, como contenidos de profundización si el profesor decide abordar el estudio de la cinética nuclear para establecer la relación entre la actividad de un nucleido y el tiempo que demora en desintegrarse, debe tener presente que el alumno no dispondrá de los prerrequisitos para asimilar estas nociones dado que los aspectos cinéticos aun no han sido tratados, lo que implica que se deberá introducir previamente el estudio cinético para reacciones de primer orden.

Con respecto al desarrollo del tema periferia atómica, se propone como contenidos mínimos una aproximación al modelo mecánico cuántico en el que se jerarquice la elaboración de las nociones de nivel de energía, y orbital atómico, promoviendo un cambio conceptual con respecto a las ideas previas que puedan existir acerca de concebir el "átomo planetario" desarrollado por Bohr en su primer etapa, y permitiendo desarrollar un modelo de configuraciones electrónicas que permita posteriormente elaborar un modelo de enlace químico a partir de considerar la estabilidad química determinada por la estructura electrónica de los átomos. Así mismo, el estudio de las alteraciones producidas en las energías de los orbitales para los  $s$  de  $Z > 18$  solo deben presentarse como forma de explicar ciertas contradicciones entre las propiedades de estos  $s$  y la distribución electrónica que surge de la aplicación de las reglas de Hund y de Construcción, sin jerarquizar el planteo de las configuraciones electrónicas de estos  $s$ .

A partir de las configuraciones electrónicas, se deberá introducir la organización periódica de los  $s$  sistematizada en la "Tabla periódica", esto permitirá que el alumno comprenda el sentido del ordenamiento de los  $s$  y vincular el modelo teórico elaborado con esta organización. Por otra parte se facilitará la introducción al concepto de periodicidad de las propiedades de los  $s$ . Se recomienda aquí trabajar específicamente tres propiedades representativas: energía de ionización, radio atómico y electronegatividad, facilitando la comprensión de las mismas a través de la explicación de estas variaciones en función del ordenamiento periódico.

El estudio en profundidad de las interacciones que incluye la denominación "enlace químico" es, inabarcable para un curso de bachillerato. Es pertinente, entonces, que el docente se plantee previamente qué aspectos de un tema tan vasto habrá de seleccionar así como el grado de profundidad con el que dichos aspectos serán abordados.

Es importante que el profesor centre su estudio en moléculas de compuestos del carbono sencillas de tal manera de mantener la continuidad con los contenidos de Química del Carbono trabajados en el curso de 1º BD. A modo de ejemplo, al estudiar la hibridación, jerarquizar el caso del carbono en aquellas moléculas en las que presenta geometría tetraédrica (alcanos, etc.), trigonal plana (alquenos, aldehidos, etc.) y lineal (alquinos). Así mismo, se podrá profundizar este contenido incluyendo nociones generales de estereoquímica para dotar de funcionalidad al modelo de geometría desarrollado y estudiar propiedades de los compuestos determinadas por la orientación espacial de los átomos.

La inclusión del tema estereoisomería, tiene como finalidad poder aplicar las nociones de geometría molecular al estudio del comportamiento diferencial de las moléculas que presentan la misma composición pero diferente organización espacial de sus átomos. Por otra parte este tema se puede vincular a contenidos trabajados en 1º BD, en cuanto a espiralizar el concepto de isomería. Pasando del estudio de la isomería plana realizado en el curso anterior, y ampliándolo a las formas tridimensionales que implica la isomería en el espacio.

Finalmente al cierre del módulo se propone tratar las diferentes interacciones entre moléculas lo que permitirá articular este módulo con el siguiente al estudiar las características de las fases condensadas (estado sólido y líquido), y además proveerle al alumno de herramientas teóricas para interpretar algunas propiedades físicas para diferentes sustancias como las temperaturas de fusión y ebullición, presión de vapor y solubilidad.

#### Contenidos generales del módulo

- |   |   |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El núcleo atómico y sus transformaciones               <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Estructura nuclear</li> <li>1.2. Radiactividad</li> <li>1.3. Reacciones de desintegración</li> <li>1.4. Reacciones de fisión y fusión</li> </ol> </li> <li>2. Periferia atómica               <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1. Espectro electromagnético y espectros de los <math>s</math></li> <li>2.2. Niveles de energía y orbitales atómicos.</li> <li>2.3. Configuraciones electrónicas</li> </ol> </li> <li>3. Sistema periódico               <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1. Tabla periódica</li> <li>3.2. Periodicidad de las propiedades de los <math>s</math></li> </ol> </li> <li>4. Interacciones intramoleculares               <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1. Enlace covalente.</li> <li>4.2. Estructuras de Lewis</li> <li>4.3. Teoría de enlace – valencia</li> </ol> </li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>5. Estructura molecular               <ol style="list-style-type: none"> <li>5.1. TRPEEV: geometría molecular</li> <li>5.2. Momento dipolar de las moléculas</li> <li>5.3. Hibridación</li> </ol> </li> <li>6. Estereoisomería               <ol style="list-style-type: none"> <li>6.1. Configuración y conformación</li> <li>6.2. Isomería: geométrica y óptica</li> </ol> </li> <li>7. Interacciones intermoleculares</li> <li>8. Temas de contextualización</li> </ol> |
|---|---|

## Módulo 1: Estructura de la materia

### Objetivos Generales:

1. Estudiar los modelos de estructura atómica y enlace con un grado de complejidad acorde al nivel.
2. Utilizar estos modelos para la explicación de propiedades y fenómenos sencillos.

Objetivos Específicos	Contenidos Mínimos	Contenidos de Profundización	Contenidos de contextualización
<ul style="list-style-type: none"> <li>Reconocer las características principales del núcleo atómico, y de sus partículas fundamentales.</li> <li>Identificar y predecir el grado de estabilidad de un núcleo atómico en función de su energía de enlace por nucleón.</li> <li>Comprender la naturaleza de las diferentes desintegraciones nucleares y escribir las correspondientes ecuaciones.</li> <li>Explicar las transformaciones ocurridas en los núcleos como forma de alcanzar una mayor estabilidad.</li> <li>Comprender la naturaleza probabilística del modelo mecánico cuántico de la periferia atómica.</li> <li>Realizar configuraciones electrónicas para <math>s</math> de <math>Z &lt; 18</math>.</li> <li>Identificar los electrones de valencia.</li> <li>Comprender los criterios de organización del Sistema Periódico y aplicarlos.</li> </ul>	<p>Nucleones, nucleidos e isótopos. Estabilidad nuclear</p> <p>Energía de enlace por nucleón</p> <p>Radiactividad natural e inducida Desintegraciones nucleares. Ecuaciones de desintegración. Transformaciones energéticas. Reacciones de fisión y fusión</p> <p>Cuantización de la energía Niveles de energía. Orbitales y tipos de orbital. Configuración electrónica de <math>s</math>.</p> <p>Estructura electrónica y Tabla Periódica. Propiedades periódicas: radio atómico, energía de ionización, electronegatividad.</p>	<p>Modelos de núcleo atómico.</p> <p>Actividad. Becquerel. Obtención de radioisótopos artificiales. Efectos biológicos de las radiaciones. Gray y Rem. Cinética nuclear. Vida media.</p> <p>Evolución del modelo atómico. Dualidad onda partícula. Principio de incertidumbre. Función de onda. Números cuánticos.</p> <p>Características generales de los grupos de algunos <math>s</math> representativos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reactores nucleares.</li> <li>El accidente de Chernobyl</li> <li>Aplicaciones de la tecnología nuclear en medicina, ingeniería, conservación de alimentos y agricultura.</li> <li>Datación.</li> <li>Funcionamiento de un fotocolorímetro</li> <li>La química de la atmósfera: luz solar, energía para la tierra</li> <li>El laser y el funcionamiento de los lectores de CD.</li> <li>Efectos sobre la salud de la radiación extremadamente baja, (ELF).</li> </ul>

Objetivos Específicos	Contenidos Mínimos	Contenidos de Profundización	Contenidos de contextualización
<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaborar el concepto de enlace covalente.</li> <li>Establecer las magnitudes que lo definen.</li> <li>Trabajar con modelos que permitan predecir la geometría molecular en compuestos orgánicos e inorgánicos.</li> <li>Relacionar la geometría molecular con algunas propiedades como el momento dipolar y la quiralidad.</li> <li>Relacionar estas propiedades estructurales con propiedades físicas de las sustancias.</li> <li>Identificar los diferentes tipos de interacciones intermoleculares.</li> </ul>	<p>Representación de electrón-punto de Lewis. Revisión del enlace químico. Enlace covalente: magnitudes que definen el enlace. Teoría de Lewis. Teoría del enlace de valencia.</p> <p>Teoría de RPEEV. Geometría molecular. Momento dipolo molecular.</p> <p>Configuración y conformación. Isomería geométrica y óptica.</p> <p>Fuerzas intermoleculares: dispersión, dipolo-dipolo y enlace de hidrógeno.</p>	<p>Energía reticular: ciclo de Born-Haber.</p> <p>Hibridación</p> <p>Actividad óptica. Estructura de los compuestos de coordinación</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Funcionamiento del microondas</li> <li>Compuestos de coordinación en los sistemas vivos</li> <li>Química de la visión</li> <li>El efecto invernadero</li> <li>Reducción de la capa de ozono.</li> </ul>

#### Bibliografía recomendada para el docente

- American Chemical Society (2005). "Química" Ed. Reverté
- Atkins, P. (2005) "Principios de química". Ed. Paraninfo
- Autores Varios "Química, Polimodal I y II". Ed. Santillana.
- Brown-Lemay-Bursten (2002) "Química, la ciencia central" Ed. Prentice-Hall.
- Casabó J. (1996). "Estructura atómica y enlace químico". Ed., Reverte
- Chang, R. (2000) "Química". Ed. Mc Graw Hill.
- Cruz – Chamizo – Garriz (1987) "Estructura Atómica: un enfoque químico". Ed. Addison-Weseley
- Dickerson, R, Gray, B.(1996). "Principios de Química" Ed. Reverté.
- Harry - Gray (1980). "Electrones y enlace químico" Ed. Reverté
- Hill – Kolb (1999). "Química para el nuevo milenio" Ed. Prentice-Hall.
- Lopez, J. (2001). "Problemas de Química". Ed. Prentice Hall
- MacNaught – Wilkinson (2003) "Compendio de terminología química - IUPAC". Ed. Síntesis
- Mahan, B. (1996) "Química para preuniversitarios". Ed. Fondo Educativo.
- Petrucci-Harwood-Herring (2004) "Química General" Ed. Pearson-Prentice Hall
- Sienko – Plane (1973) "Química experimental" Ed. Aguilar
- Spiro- Stigliani (2004) "Química medioambiental". Ed. Pearson-Prentice Hall
- Whitten-Davis-Peck (2003) "Los fundamentos de la química" Ed. Mc Graw Hill.

#### Bibliografía recomendada para el alumno

- Brown-Lemay-Bursten (2002) "Química, la ciencia central" Ed. Prentice-Hall.
- Chang, R. (2000) "Química". Ed. Mc Graw Hill.
- Hill y Kolb. "Química para el nuevo milenio". Ed. Prentice Hall.
- Masterton y otros (2003) "Química superior". Ed. Interamericana
- Moore, J y otros (2000) "El mundo de la Química". Ed. Pearson Educación..
- Seese y Daub (2000) "Química". Prentice Hall.

## 2- Contenidos generales de los libros de texto

Libro de texto	Secuencia de contenidos
Brown <i>et al.</i> , 2004, pp. 831-865	Radiactividad. Patrones de estabilidad nuclear. Transmutaciones nucleares. Velocidades de desintegración radiactiva. Detección de la radiactividad. Cambios de energía en las reacciones nucleares. Fisión nuclear. Fusión nuclear. Efectos biológicos de la radiación.
Chang, 2002, pp. 909-943	La naturaleza de las reacciones nucleares. Estabilidad nuclear. Radiactividad natural. Transmutación nuclear. Fisión nuclear. Fusión nuclear. Aplicaciones de los isótopos. Efectos biológicos de las radiaciones.
Hill y Kolb, 1999, pp. 74-105	Lista parcial de componentes del núcleo atómico. Aritmética nuclear: símbolos de los isótopos. Radiactividad natural: ecuaciones nucleares. Vida media. Transmutación artificial. Radiactividad inducida. Poder de penetración de la radiación. Usos de los radioisótopos. Medicina nuclear. Fechado por medio de radioisótopos. Einstein y la equivalencia de la masa y la energía. Construcción de la bomba. Precipitación radiactiva. El invierno nuclear. Plantas de energía nuclear. Nosotros y la radiación. Energía de unión. Reacciones nucleares. La era nuclear.
Masterton y Hurley, 2003, pp. 535-539	Radiactividad. Velocidad de desintegración radiactiva. Relaciones masa-energía. Fusión nuclear. Fisión nuclear.
Moore <i>et al.</i> , 2000 pp. 868-906	La naturaleza de la radiactividad. Reacciones nucleares. Estabilidad de los núcleos atómicos. Velocidad de las reacciones de desintegración. Transmutaciones artificiales. Fisión nuclear. Fusión nuclear. Radiación nuclear: efectos y unidades. Aplicaciones de la radiactividad.

## 7- REFERENCIAS

Adell, J. y Castañeda, L. (2010) - *Los Entornos Personales de Aprendizaje (PLEs); una nueva manera de entender el aprendizaje*. Roma TRE. Università degli studi.

Administración Nacional de Educación Pública. CODICEN. DGES. *Programa de Química. Segundo año de bachillerato diversificado*. Plan 2006. Uruguay.

Administración Nacional de Educación Pública. CODICEN. DGES. *Programa de Química. Tercer año de bachillerato diversificado*. Planes 1976, 1994 y 2003. Uruguay.

Aguilar, L. (2007) - *Una reconstrucción del concepto de opinión pública*. Universidad de Guadalajara. Revista mexicana de opinión pública. Número 23. jul./dic. 2017.

Aikenhead, G. (2005) - *Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS): una buena idea como quiera que se le llame*. Revista Educación Química. Vol. 16, N° 2 (2005). UNAM. México. <http://revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/66121/58033> [Consultado el 5/11/2020].

Akins, K. (1996) - *Perception*. Published by Oxford University Press. Inc. New York.

Aparicio, A. et al. (2009): “*El cuestionario: métodos de investigación avanzada*”. Universidad Nacional Autónoma de México.

Aponte, R. (2015) - *El taller como estrategia metodológica para estimular la investigación en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la educación superior*. Universidad Popular del Cesar. Boletín virtual. Octubre de 2015. Vol. 4 (10). Colombia.

Aragón-Núñez, L. (2018) - *La modelización en la enseñanza de las ciencias: criterios de demarcación y estudio de caso*. Universidad de Cádiz. España. Publicado en: Revista Científica. Vol 32. Número 2 (2018). DOI: <https://doi.org/10.14483/23448350.12972>

Aristizabal, C. (2012) - *Aprendizaje Basado en Proyectos (A.B.Pr.) como estrategia de Enseñanza y Aprendizaje en la Educación Básica y Media*.

(Tesis de maestría. Título: Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales). Universidad Nacional de Colombia. Medellín. Colombia.

Arribas, M. (2004) - *Diseño y validación de cuestionarios*. Revista Matronas Profesión 2004. Vol 5 (17). pp. 23-29. Madrid.

Atar, D. (2016) - *Aportes metodológicos para el Estudio de la Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología*. Universidad Nacional de Quilmes. Argentina. Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes. <https://www.raco.cat/index.php/QuadernsPsicologia/article/view/200559> [Consulta: 4-11-2020].

Barrera, F. (2008) - *El aprendizaje entre pares como estrategia de formación continua de profesores*. Centro de Perfeccionamiento, Experimentación e Investigaciones Pedagógicas. CPEIP. Ministerio de Educación. Chile.

Belloch, C. (2012) - *Las Tecnologías de la Información y Comunicación en el aprendizaje*. Departamento de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación. Universidad de Valencia. <http://wwncia.uv.es/bellohc/pedagogia/EVA1.pdf>

Bonilla-Castro, E. y Rodríguez, P. (2007) - *Mas allá del dilema de los métodos. La investigación en ciencias sociales*. Tercera edición. Grupo Editorial Norma, 1997. Universidad de los Andes. Bogotá.

Botinelli, O. (2011) - *Informe de la encuesta de FACTUM sobre la Instalación de las centrales nucleares en Uruguay*. <https://portal.factum.uy/encuestas/2011/enc110407.php>

Brown. T. *et al.* (2004) - *Química, la ciencia central*. Novena edición. Editorial Pearson Educación de México, S.A.

Bustos, A. y Coll, C. (2010) - *Los entornos virtuales como espacios de enseñanza y aprendizaje. Una perspectiva psicoeducativa para su caracterización y análisis*. Revista Mexicana de Investigación Educativa, vol. 15, núm. 44, enero-marzo, 2010, pp. 163-184. México.

Butcher, N. (2015) - *Guía Básica de Recursos Educativos Abiertos (REA)*. Publicado en 2015 por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. UNESCO.

Caamaño, A. (2006) - *Retos del currículum de química en la educación secundaria. La selección y contextualización de los contenidos de química en los currículos de Inglaterra, Portugal, Francia y España*. Revista Educación química. 2006. México.

Cabanyes, J. (2000) - *Percepción normal y patológica una aproximación a sus implicaciones pedagógicas*. Revista Complutense de Educación. Vol. 11. N°1. p.15-37. Universidad Complutense de Madrid.

Calzada, V. y Cerecetto, H. (2009) - *Una introducción a la Química Nuclear*. Comisión Sectorial de Enseñanza. UdelaR.

Campo-Redondo, M. y Labarca Reverol, C. (2009) - *Representaciones sociales del rol orientador del docente en estudiantes de educación*. Revista de Ciencias Sociales v.15, N°1. Universidad de Zulia. Venezuela.

Cardozo-Ortiz, C. (2011) - *Tutoría entre pares como una estrategia pedagógica universitaria*. Revista Educ. Vol. 14, N°. 2. Mayo-agosto de 2011. pp. 309-325. Universidad de la Sabana. Colombia.

Castro, N., Suárez, X y Soto, V. (2015) - *El uso del foro virtual para desarrollar el aprendizaje autorregulado de los estudiantes universitarios*. Universidad Arturo Prat, Chile. Publicado en revista Innovación Educativa, vol. 16, núm. 70, 2016. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/1794/179445403002/html/index.html>  
Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.

Chang, R. (2002) - *Química*. Séptima edición. Editorial McGraw-Hill Companies, Inc.

Coll, C., Mauri, M y Onrubia, J. (2007) - *Tecnología y prácticas pedagógicas: las TIC como instrumentos de mediación de la actividad conjunta de profesores y estudiantes*. Anuario de Psicología 2007, vol. 38, nº 3, pp. 377-400. España.

Coll, C., Mauri, M y Onrubia, J. (2008) - *Análisis de los usos reales de las TIC en contextos educativos formales: una aproximación socio-cultural*. REDIE. Revista Electrónica de Investigación Educativa, vol 10, núm. 1, 2008, pp. 1-18. México.

Corbelle, J. y Domínguez, J. (2015) - *Estado de la cuestión sobre el aprendizaje y la enseñanza de la radiactividad en la educación secundaria*. Revista Enseñanza de las Ciencias. 33.3, (2015), pp. 137-158. Investigaciones didácticas. España.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1807>

Corbelle, J. y Domínguez, J. (2016) - *Ideas de los alumnos sobre radiactividad al finalizar la enseñanza secundaria obligatoria y su relación con los libros de texto y la prensa. Un estudio de caso*. Revista Enseñanza de las Ciencias. 34.3, (2016), pp. 113-142. Investigaciones didácticas. España.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1959>

Corey, 1979 - *Somero examen del accidente de Three Mile Island*. Boletín vol 21, nº 5. OEIA.

Cornejo, N., Speltini, C., Roble, M. y Santilli, H. (2009). *¿Qué conocimientos se enseñan y se aprenden en la escuela media argentina acerca de los efectos biológicos de las radiaciones?* Argentina.

Cueto, E. (2020) - *Investigación cualitativa*. Comité científico "APPLI. SCI. DENT". Vol. 1. núm. 3.

Cutting, J. (1997) - *How the eye measures reality and virtual reality*. Universidad de Cornell. Estados Unidos.

Díaz, F. (2011) - *Sobre la viabilidad de la energía nuclear. Implicaciones de los accidentes de Fukushima-Daiichi*. Ecología Política. 2011.

Dörnyei, Z. (2001) - *Motivational Strategies in the Language Classroom*. 3º Edición. Cambridge. Cambridge University Press.

Fornaro, L. (2016). *Aplicaciones tecnológicas de las radiaciones*. Departamento Estrella Campos. Facultad de Química. UdelaR.

García, T. (2003) - *El cuestionario como instrumento de investigación/evaluación*. Centro Universitario Santa Ana. España.

García Aretio, L. (2005) - *Objetos de aprendizaje. Características y repositorios*. Editorial del BENED. Universidad Nacional de Educación a Distancia. España.

García, F. (2006) - *Contenidos educativos digitales: Construyendo la Sociedad del Conocimiento*. Universidad Complutense de Madrid. España.

García-Carmona, A. y Criado, A. (2008) - *Enfoque CTS en la enseñanza de la energía nuclear: análisis de su tratamiento en textos de Física y Química de la ESO*. Departamento de Didáctica de las Ciencias. Universidad de Sevilla. España.

García-Valcárcel, A., Basilotta, V. y López, C. (2013) - *Las TIC en el aprendizaje colaborativo en el aula de Primaria y Secundaria*. Universidad de Salamanca. España.

García-Valcárcel, A. (2016) - *Las competencias digitales en el ámbito educativo*. Universidad de Salamanca. España.

González, G. y Rabin, C. (2011) - *Para entender las radiaciones. Energía nuclear, medicina, industria*. Publicado por DIRAC. Facultad de Ciencias. Udelar. Uruguay.

González-Fernández, N. y Salcines-Talledo, I. (2015) - *El Smartphone en los procesos de enseñanza-aprendizaje-evaluación en Educación Superior. Percepciones de docentes y estudiantes*. RELIEVE. Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa, vol. 21, núm. 2, 2015, pp. 1-20 Universitat de València. España

Guerra, V. y de Arends, P. (2009) - *Medición de la Imagen Institucional de un Postgrado Universitario*. Revista Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias, Año 1, Vol. 1, N°1. pp. 10-20 Universidad de Carabobo, Venezuela.[Consulta: 24 de noviembre de 2020]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=215016873003>

Gutiérrez, E., Capuano, V., Perrotta, M., De la Fuente, A. y Follari, B. (2000) - *¿Qué piensan los jóvenes sobre radiactividad, estructura atómica y energía nuclear?* Publicado en Revista Enseñanza de las Ciencias, 2000, 18 (2), 247-254.

Medina, M. (2017). *Estrategias metodológicas para el desarrollo del pensamiento lógico-matemático*. Didasc@lia: Didáctica y Educación.

Hill, J. y Kolb, D. (1999) - *Química para el nuevo milenio*. Octava edición. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana, S.A.

Izaguirre, R., Rivera, R. y Mustelie, S. (2010) - *La revisión bibliográfica como paso lógico y método de la investigación científica*. Universidad Nacional de Guinea Ecuatorial.

Jaspers, K. (1913) - *La Psicopatología general*. Universidad Ruprecht Karl de Heidelberg. Alemania.

Kilinc, A., Boyes, E. y Stanisstreet, M. (2013) - *Exploración de las ideas de los estudiantes sobre los riesgos y beneficios de la energía nuclear utilizando teorías de percepción del riesgo*. Revista de educación científica y tecnología 22, pp. 252-266.

Latorre, M. y Seco del Pozo, C. (2013) - *Metodología. Estrategias y técnicas metodológicas*. Universidad Marcelino Champagnat. Lima. Perú.

Lavín, C. y Mínguez, R. (2016) - *Diseño de actividades para el aprendizaje de la radiactividad en Bachillerato*. Universidad de Valladolid.

<https://doi.org/10.24197/trp.30.2017.159-182>

Lijnse, P., Eijkelhof, H., Klaasen, C. y Scholte, R. (1990) - *Ideas de alumnos y medios de comunicación de masas sobre radiactividad*. International Journal of Science Education, 12: 1, 67-78.

Massarini, A. (2011) - *El enfoque CTS para la enseñanza de las ciencias: una clave para la democratización del conocimiento científico y tecnológico*. CONICET. UBA. Argentina.

Masterton, M. y Hurley, C. (2003) - *Principios y reacciones*. Cuarta edición. International Thomson Editores Spain. Paraninfo, S.A.

Matas, A. (2018). *Diseño del formato de escalas tipo Likert: un estado de la cuestión*. Universidad de Málaga. Revista Electrónica de Investigación Educativa, 20(1), 38-47. <https://doi.org/10.24320/redie.2018.20.1.1347>

Maturano, C. y Mazzitelli, C. (2018) - *Libros de texto de ciencias naturales, de ayer, de hoy y, ¿de siempre?* Publicado en Revista de Enseñanza de la Física. Vol. 30, No. 1, jun. 2018, pp. 49-62. Universidad Nacional de San Juan. Argentina.

Millar, R., Klaasen, K. y Eijkelhof, H. (1990) - *Teaching about radioactivity and ionising radiation: an alternative approach*. Phys. Educ. 25 (1990). Reino Unido.

Monereo, C., Castelló, M., Mercè, C., Palma, M., y Pérez, L. (1999) - *Estrategias de enseñanza y aprendizaje. Formación del profesorado y aplicación en la escuela*. Editorial Graó. Barcelona. España.

Monje, C. (2011) - *Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa. Guía didáctica*. Universidad Surcolombiana. Colombia.

Montes, M., Damonte, L., Errico, L. y Taylor, M. (2015) - *WWW. Where to ask, What to know and Why to inform about radioactivity*. Instituto de Física de La Plata-CONICET. Facultad de Ingeniería. Argentina.

Moore, J. et al. (2000) - *El mundo de la Química. Conceptos y aplicaciones*. Segunda edición. Editorial Addison Wesley Longman de México, S.A.

Mora y Araujo, M. (2012) - *El poder de la conversación. Elementos para una teoría de la opinión pública*. Tomo 1. La opinión pública. Segunda edición. Buenos Aires. Argentina.

Moya, M. (2013) - *De las TICs a las TACs: la importancia de crear contenidos educativos digitales*. DIM: Didáctica, Innovación y Multimedia, [en línea], 2013, Núm. 27, p. 1-15, <https://www.raco.cat/index.php/DIM/article/view/275963> [Consulta: 4-11-2020].

Ocanto, I. (2009) - *La creación de imágenes mentales, y su implicación en la comprensión, el aprendizaje y la transferencia*. Sapiens. Revista Universitaria de Investigación, No. 2.

Occeli, M. y Valeiras, N. (2013) - *Los libros de texto de ciencias como objeto de investigación una revisión bibliográfica*. Enseñanza de las Ciencias, 31(2), pp. 133-152. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.

Oliva, H. (2016) - *La gamificación como estrategia metodológica en el contexto educativo universitario*. Revista Realidad y Reflexión. Año 16, N°44. El Salvador.

Oliva, J. (2019) - *Distintas acepciones para la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias*. Cádiz. España. Revista Enseñanza de las ciencias, 37(2), 5-24. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2648>.

Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2013 - *Proyecto Iberoamericano de Indicadores de Percepción Pública, Cultura Científica y Participación Ciudadana*. Revista Ibero de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación.

Ortiz-Colón, A. Jordal, J. y Agredal, M. (2018) - *Gamificación en educación: una panorámica sobre el estado de la cuestión*. Educ. Pesqui. Vol. 44 São Paulo 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-4634201844173773> Creative Commons BY-NC.

Oviedo, G. (2004) - *La definición del concepto de percepción en psicología con base en la teoría Gestalt*. Revista de Estudios Sociales, núm. 18, agosto de 2004. <https://doi.org/10.7440/res18.2004.08>

Pliego, O., Contini, L., Odetti, H., Güemes, R., y Tiburzi, M. (2004) - Las actitudes de los estudiantes universitarios hacia el fenómeno radiactivo, la energía nuclear y sus aplicaciones. Educación Química (ISSN 0187-893X y ISSN 1870-8404 en línea), año 31 núm. 4. UNAM. DOI:<http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2004.2.66200>

Perales, J. y Jiménez, J. (2002) - *Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto*. Universidad de Granada. Revista Enseñanza de las Ciencias, 2002, 20 (3), 369-386.

Pérez-Díaz, V. y Rodríguez, J. (2007). *La opinión pública sobre la energía nuclear en España y en Europa*. Universidad Complutense de Madrid.

Pineda, P. y Castañeda, A. (2013) - *Los LMS como herramienta colaborativa en educación. Un análisis comparativo de las grandes plataformas a nivel mundial*. Universidad del País Vasco.

Polino, C. y Fazio, M. (2009) - *Energía nuclear en Argentina: opinión pública y riesgo percibido*. En Moreno Castro, C. (Ed.) Comunicar los riesgos. Ciencia y tecnología en la sociedad de la información pp. 65-84). Madrid: Biblioteca Nueva.

Porta, S. (2007) - *Las ideas previas y las situaciones de enseñanza*. Quehacer Educativo.

Pozo, J. (1996) - *Aprendices y Maestros*. Universidad Autónoma de Madrid.

Pozo, J. y Carretero, M. (1987) - *Del pensamiento formal a las concepciones espontáneas. ¿Qué cambia en la enseñanza de la ciencia?* Universidad Autónoma de Madrid. Revista Infancia y aprendizaje. Vol. 38. pp. 35-52.

RAE (2020) - Consultado: octubre de 2020. DOI: <https://dle.rae.es/>

Real, C. (2018) - *Materiales didácticos digitales: un recurso innovador en la docencia del siglo XXI*. Universidad de la Laguna. Tenerife. España.

Rebellato, A. y Hermida, J. (2015). *Aspectos de la educación nuclear en el Uruguay*. Dirección Nacional de Minería y Geología-Ministerio de Industria, Energía y Minería. Centro Nacional de Medicina Nuclear. Hospital de Clínicas. UdelaR.

Rebollo, C. y Soubirón, E. (2014) - *La generación de Recursos Educativos Abiertos (REA) en el aprendizaje de la Química en la formación docente de Uruguay*. Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación.

Resolución 197-009 MIEM - *Formación de la Comisión de estudio del programa nuclear*. <https://www.impo.com.uy/bases/resoluciones-originales/197-2009>

Rey, A. (2016) - *Inestabilidad nuclear y decaimiento radiactivo*. Curso Fundamentos de Radioquímica. Facultad de Química. UDELAR. Uruguay.

Robles, P. y Rojas, M. (2015) - *La validación por juicio de expertos: dos investigaciones cualitativas en Lingüística aplicada*. Revista Nebrija de Lingüística Aplicada. (2015) 18.

Rodríguez-Sandoval, E., Vargas-Solano, E. y Luna-Cortés, J. (2010) - *Evaluación de la estrategia "aprendizaje basado en proyectos"* Educación y Educadores, vol. 13, núm. 1, abril, 2010, pp. 13-25. Universidad de La Sabana. Colombia.

Roget, Á. (2013) - *Práctica reflexiva para docentes. De la reflexión ocasional a la reflexión metodológica*. Editorial PUBLICIA.

Rojas, G. (2011) - *Uso adecuado de estrategias metodológicas*. Revista Investigación Educativa. Vol. 15 N.º 27, 182-187. Enero-junio 2011.

Romanov, V. (1990) - *La energía nucleoelectrica y la opinión pública. Los centros de información pública son parte de las nuevas iniciativas soviéticas*. Boletín del OIEA, 2.

Rosales, J. (2015) - *Percepción y experiencia*. EPISTEME vol. 35. nº2. Caracas. Instituto de Filosofía de Universidad Central de Venezuela.

Schlager, D. (2016) - *Schoology: The Adoption of a Learning Management System*. Retrieved from Sophia. The St. Catherine University repository website: <https://sophia.stkate.edu/maed/191>

Torres, L. (2018) - *Las radiaciones en la vida cotidiana. Guía para docentes*. Universidad Nacional de Cuyo. Argentina. Disponible bajo licencia CC BY-NC-SA 4.0.

Trejos, O. (2018) - *WhatsApp como herramienta de apoyo al proceso de enseñanza y aprendizaje de la programación de computadores*. Revista Educación y Ciudad, N°35, julio – diciembre de 2018, pp. 149-158.

Tua, A. (2020). *Rol investigador del docente desde su práctica pedagógica a nivel de educación media*. Revista Ciencias de la Educación, 30(56), 593-608. UPEL. Venezuela.

Valverde, J. y Garrido, M. (2005) - *La función tutorial en entornos virtuales de aprendizaje: comunicación y comunidad*. Universidad de Extremadura. Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa. Volumen 4. Número 1. Atribución-NoComercial-SinDerivadas 3.0. España.

Valle, A., Barca, A., González, R. y Núñez, J. (1999) - *Las estrategias de aprendizaje. Revisión teórica y conceptual*. Revista Latinoamericana de Psicología, vol. 31, núm. 3, 1999, pp. 425-461. Bogotá. Colombia.

Vilatuña, F., Guajala, D., Pulamarín, J. y Ortiz, W. (2012) - *Sensación y percepción en la construcción del conocimiento*. Sophia, Colección de Filosofía de la Educación, núm. 13, pp. 123-149. Ecuador.

Wade, C. y Tavris, C. (2003) - *Psicología*. Editorial Pearson-Prentice Hall. 7° Edición. España.