

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIA

Departamento de Física



Propuesta didáctica para la enseñanza de la radiactividad en la unidad de mundo atómico en el nivel de 4° medio, según el currículum nacional chileno

**Ariel Arriagada Donoso
Patricia Ramírez Ramírez**

Profesores Guías:

Macarena Soto
Ulrich Raff

Seminario de Grado para optar al Título
de: Licenciado en Educación de Física y
Matemática.

Santiago - Chile

2017

281097 © Ariel Eduardo Arriagada Donoso, 2017

© Patricia Ramírez Fuenzalida, 2017

Licencia Creative Commons Atribución - No Comercial Chile 3.0

Propuesta didáctica para la enseñanza de la radiactividad en la unidad de mundo atómico en el nivel de 4° medio, según el currículum nacional chileno

**Ariel Arriagada Donoso
Patricia Ramírez Fuenzalida**

Este trabajo de graduación fue elaborado bajo la supervisión del profesor guía Sra. Macarena Soto Alvarado del Departamento de Física y el Sr. Ulrich Raff Biggemann del Departamento de Ingeniería Eléctrica y ha sido aprobado por los miembros de la comisión calificadora, Sra. Silvia Tecpan Flores y Sr. Bernardo Carrasco Puentes.

**Sr. Ulrich Raff Biggemann
Profesor Guía**

**Sra. Macarena Soto Alvarado
Profesor Guía**

**Sra. Silvia Tecpan Flores
Profesor Corrector**

**Sr. Bernardo Carrasco Puentes
Profesor Corrector**

**Sr. Enrique Cerda
Director**

Resumen

La radiactividad ocupa un puesto importante en la vida cotidiana y moderna de las personas. En los aprendizajes esperados del currículum nacional chileno de cuarto año medio exige la enseñanza del contenido sobre radiactividad en el área de física (AE10). Pero encuestas realizadas apuntan que estos contenidos no son vistos por una gran cantidad de profesores del área. Además, los recursos actuales para su enseñanza no son óptimos para entregar una visión global y contextualizada.

Por los motivos mencionados anteriormente, este Seminario de Grado se enfoca en la creación de un material didáctico relacionado directamente con el AE10: “Describir el núcleo atómico y algunas de sus propiedades”, ya que es en este punto donde se presenta la radiactividad como una de las principales propiedades del núcleo atómico.

El material didáctico presentado en este Seminario de Grado se orientó al desarrollo de cinco clases y ayudan a suplir los contenidos no vistos de radiactividad. El enfoque metodológico está basado en CTS, TIC’s y Modelización, apuntando al desarrollo de una concepción de naturaleza de la ciencia íntegra y a la alfabetización científica de los estudiantes. El material tiene la finalidad de generar un cambio en la percepción de la radiactividad usando videos y aplicaciones gratuitas en el celular que permiten a los estudiantes experimentar ciertos aspectos del contenido. Cada una de las clases de esta propuesta fueron evaluadas por cinco expertos de la educación que la aprobaron con conformidad.

Palabras claves: Radiactividad, Modelización, CTS, TIC’s, propuesta didáctica, video educativo, noticias educativas.

Abstract

Radioactivity is an important topic for people in the modern daily live. In relation to expected student learning of the Chilean currículum for fourth year of secondary, in the subject of physics, teachers have to teach about radioactivity (AE10). But the surveys tell that many teachers of that area are not teaching this topic. Also, the available resources to teach radioactivity are not appropriate to give a complete and contextualized picture.

For the previously mentioned reasons, this Project is focused on develop didactic material related to AE10: "Describe the atomic nucleus and its properties", because is where radioactivity is one of the main properties of atomic nucleus.

The didactic material presented in this Project is oriented to develop five teaching periods and help in the non studied topic of radioactivity. The methodological perspective is base on STS, TIC's and Modeling, in order to develop the nature of science and scientific literacy in the students. This material has the objective of change the concept of radioactivity using special videos and free apps for the cell phone where students can experiment with important aspects of this topic. Each class was evaluated by five experts and satisfactory approved.

Key words: Radioactivity, Modeling, STS, TIC's, didactic proposal, educative video, educative news.

Dedicatoria

*A mi madre, padre y hermano por soportar mi mal humor
cuando trabajaba en la tesis.*

A mis amigos por estar en los momentos difíciles de este proceso.

Dedicatoria

*A Constanza,
hasta en la muerte saldrás triunfante.*

*A mis amigos y familia, cuya línea divisoria
se termina confundiendo.*

Agradecimientos

Agradezco sinceramente a mi familia, por estar siempre presente en este proceso tan complicado y laborioso que ha surgido, por sus tantas preguntas y por entender mis escuetas respuestas ante los avances del trabajo que estaba realizando con Patricia. Agradezco todos y cada uno de los cafés y sándwich que me preparó mi madre para que yo no tuviera que pararme del escritorio y continuar escribiendo lo que hoy es esto. A mi papá por entender los gastos que se hacían en este proceso y la cantidad de impresiones y fotocopias que financió sin poner excusas. A mi hermano por ser un apoyo y un distractor, liberarme del estrés y aportarme, muchas veces sin saberlo, una mirada distinta y renovada de lo que hacía y por poner la voz en el video de la clase número 4.

Agradezco fervientemente a Patricia por ser una compañera sin igual en este trabajo arduo, donde sin ella no podría haber logrado lo que es hoy este producto final, que me encanta. Sin ella, este trabajo tendría muchas más faltas de ortografía y comas. A ella, la policía de las comas, le agradezco de todo corazón por aceptar ser mi compañera de Seminario, en un momento donde me veía solo y sin alguien en quien sujetarme en este trabajo, le agradezco de todo corazón.

Para mí es importante agradecer a una de las personas que estuvo detrás de este trabajo y sin su guía este Seminario no hubiera sido posible. Es por esto y por muchas razones que agradezco a Macarena Soto por ser una profesora guía excelente y por soportar nuestras múltiples reuniones hasta muy tarde, donde meticulosamente revisaba nuestro trabajo y siempre nos hacía notar nuestras fallas y puntos débiles.

Agradecer también al profesor Ulrich Raff, por haber propuesto un tema tan interesante y del cual aprendí mucho en este proceso, por sus constantes insistencias en cumplir con una publicación y por dar de comer a perritos como la Tesla.

A Karina Jiménez por ser la primera persona en revisar mis guías y darme su sincera opinión. A mis amigos por estar en todo momento a mi lado y aportar con una salida, en el momento justo cuando lo necesitaba. A mis estudiantes por su apoyo en este proceso y comprender el atraso con las evaluaciones, las notas y apoyarme en mis ideas locas como son las olimpiadas de matemáticas. Y a mis compañeros de trabajo por preocuparse día a día por mi defensa y el estado de este escrito.

Ariel Arriagada Donoso

Agradecimientos

La travesía aún no termina y mi ánimo se encuentra inquebrantable. Me desconozco, ya no soy la misma persona que entró en esta carrera y me alegra pensar que continuaré evolucionando. Todo esto es gracias a las personas que me acompañaron en este pedacito de vida, siendo en gran medida determinantes.

Toda la energía invertida para realizar este trabajo habría sido el doble de no ser porque se acortó el camino gracias a mi compañero de tesis, Ariel, con quien logré sentirme cómoda con su responsabilidad, creatividad, entusiasmo y empeño, ya que esto permitió que este período fuera, en la medida de lo posible, tranquilo.

Por otro lado, no puedo olvidarme de mis profesores guía. Profesora Macarena sin apoyo y estructura no se habría podido concretar este Seminario; gracias por las tardes completas que nos dedicó, los comentarios siempre constructivos y disculpe por contribuir a ser parte de su estrés. Profesor Ulrich quien propuso el tema y nos proporcionó la información; gracias por alimentar a los perritos.

Amigos y compañeros, no hay palabras para agradecer las interminables conversaciones, las largas noches de estudio, los cafés y cada vez que accedieron a mi capricho de Kem Xtreme, el apoyo en momentos difíciles y las sonrisas que compartimos nunca se olvidarán. Aprendí de cada uno y he tenido parte de los mejores momentos de mi vida con ustedes, me encuentro feliz por ello. A todos aquellos con los que compartí momentos fuera del contexto de la universidad por el ánimo y el cariño que siempre han demostrado, gracias por los asados, los conciertos, las partidas de ajedrez y las juntas de juegos.

La familia, siempre será la familia y agradezco el apoyo y la confianza depositada en mis habilidades y en mi palabra, conociendo lo difícil que ha resultado todo este período. Soportaron mi mal humor, mis silencios y mi ausencia, sobre todo en los últimos meses. Mis pilares fundamentales, mi madre y mi hermana que me han apoyado y comprendido. Mi padre, que ha hecho lo que ha considerado correcto. Mis hermanos, cuyas discusiones y conversaciones siempre me distraían de las preocupaciones de la universidad.

Con esto termino la primera parte del proceso de estudio, doblemente feliz y agradecida de todo lo que he vivido hasta aquí. Lo hemos logrado.

Patricia Ramírez Fuenzalida

Tabla de Contenidos

Introducción	1
¿Por qué enseñar radiactividad?	3
Capítulo 1: Marco de Antecedentes	4
1.1 Inicios de la radiactividad en la sociedad	4
1.2 Propuesta Ministerio de Educación	6
1.2.1 Currículum y programas	6
1.2.2 Cobertura Curricular	9
1.2.3 Textos de Estudio del Estudiante.	11
1.2.4 Formación docente	12
1.3 Resultados PISA Ciencias	14
1.4 Problemática de los estudiantes ante la radiactividad	16
1.5 Planteamiento del problema	18
1.6 Preguntas	18
1.7 Objetivos	18
1.7.1 Objetivo General	18
1.7.2 Objetivos Específicos	18
Capítulo 2: Marco Teórico	20
2.1 Breve historia de la radiactividad	20
2.2 Breve historia del modelo atómico.	22
2.3 ¿Cómo abordar en las aulas los contenidos de modelos atómicos y radiactividad?	24
2.4 Investigación de propuestas didácticas	28
2.5 Metodologías de enseñanza	31
2.5.1 Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS)	31
2.5.2. Tecnología de la Información y la comunicación (TIC)	36
2.5.3 Modelización	39
2.5.4 Otras metodologías	42
Capítulo 3: Propuesta didáctica para la enseñanza de la Radiactividad	45
3.1 Propuesta general de las clases a desarrollar.	46
3.1.1 Objetivos para las clases	47
	X

3.1.2 Forma de trabajo grupal	49
3.2 Secuencia didáctica	50
3.2.1 Clase número 1: Mundo Atómico	50
3.2.2 Clase número 2: Radiactividad y vida media	58
3.2.3 Clase número 3: Cadenas Radiactivas	62
3.2.4 Clase número 4: Fisión y Fusión	64
3.2.5 Clase número 5: Evaluación	67
3.2.5.1 Propuesta de Evaluación 1	68
3.2.5.2 Propuesta de Evaluación 2	69
3.3 Encuesta de validación	70
3.3.1 Descripción de la escala likert	70
3.3.2 Criterios de selección para validadores.	74
Capítulo 4: Resultados	76
4.1 Tabulación de las respuestas por clase e ítem.	76
4.1.1 Validación clase 1: Mundo Atómico.	76
4.1.2 Validación clase 2: Radiactividad y vida media.	81
4.1.3 Validación clase 3: Cadenas y Familias Radiactivas.	84
4.1.4 Validación clase 4: Fisión y Fusión nuclear	88
4.1.5 Validación clase 5: Evaluación.	92
4.2 Cambios del material didáctico tras la validación	95
Conclusiones	104
Referencias	107
Apéndice	110
Apéndice 1: Guion videos	110
Apéndice 1.1: Video “Teorías de modelo atómico”	110
Apéndice 1.2: Video “Teorías de modelo nucleares”	113
Apéndice 1.3: Video “Procesos nucleares”	115
Apéndice 2: Guías estudiantes pre-validación	116
Apéndice 2.1: Guía clase 1	116
Apéndice 2.2: Guía clase 2	124

Apéndice 2.3: Guía clase 3	134
Apéndice 2.4: Guía clase 4	141
Apéndice 2.5: Clase de evaluación 1	150
Apéndice 2.6: Clase de evaluación 2	153
Apéndice 3: Guías estudiantes post-validación	156
Apéndice 2.3: Guía clase 1	156
Apéndice 3.2: Guía clase 2	164
Apéndice 3.3: Clase evaluación 1	173
Apéndice 3.4: Clase evaluación 2	176
Apéndice 4: Guías profesores pre-validación	179
Apéndice 4.1: Guía clase 1	179
Apéndice 4.2: Guía clase 2	187
Apéndice 4.3: Guía clase 3	197
Apéndice 4.4: Guía clase 4	204
Apéndice 5: Guías profesores post-validación	213
Apéndice 5.1: Guía clase 1	213
Apéndice 5.2: Guía clase 2	220
Apéndice 5.3: Guía clase 3	231
Apéndice 5.4: Guía clase 4	239
Apéndice 6: Escala Likert.	249
Apéndice 6.1: Encuesta de validación clase 1	249
Apéndice 6.2: Encuesta de validación clase 2	252
Apéndice 6.3: Encuesta de validación clase 3	255
Apéndice 6.4: Encuesta de validación clase 4	258
Apéndice 6.5: Encuesta de validación clase 5	261

Índice de tablas

Tablas del capítulo 1

Tabla 1.2.1.1 <i>Contenidos relacionados a radiactividad en el Marco Curricular (2009)</i>	7
Tabla 1.2.1.2 <i>AE de IV medio en los Planes y Programas relacionados a radiactividad (2009)</i>	8
Tabla 1.2.2.1 <i>CMO trabajados por los docentes de física en la unidad de Mundo Atómico</i>	10
Tabla 1.2.2.2 <i>Tiempo destinado a cada tema de física en IV medio</i>	11
Tabla 1.2.4.1 <i>EOPEM relacionados con radiactividad</i>	13

Tabla del Capítulo 2

Tabla 2.4.5.1 <i>Resumen para trabajo de CRITIC</i>	43
---	----

Tablas del Capítulo 4

Tabla 4.1.1.1 <i>Resumen respuestas de validadores para el ítem 1 de la clase 1</i>	77
Tabla 4.1.1.2 <i>Resumen respuestas de validadores para el ítem 2 de la clase 1</i>	78
Tabla 4.1.1.3 <i>Resumen respuestas de validadores para el ítem 3 de la clase 1</i>	79
Tabla 4.1.1.4 <i>Resumen respuestas de validadores para el ítem 4 de la clase 1</i>	80
Tabla 4.1.2.1 <i>Resumen respuestas de validadores para el ítem 1 de la clase 2</i>	81
Tabla 4.1.2.2 <i>Resumen respuestas de validadores para el ítem 2 de la clase 2</i>	82
Tabla 4.1.2.3 <i>Resumen respuestas de validadores para el ítem 3 de la clase 2</i>	83
Tabla 4.1.3.1 <i>Resumen respuestas de validadores para el ítem 1 de la clase 3</i>	85
Tabla 4.1.3.2 <i>Resumen respuestas de validadores para el ítem 2 de la clase 3</i>	86
Tabla 4.1.3.3 <i>Resumen respuestas de validadores para el ítem 3 de la clase 3</i>	87
Tabla 4.1.4.1 <i>Resumen respuestas de validadores para el ítem 1 de la clase 4</i>	88
Tabla 4.1.4.2 <i>Resumen respuestas de validadores para el ítem 2 de la clase 4</i>	89
Tabla 4.1.4.3 <i>Resumen respuestas de validadores para el ítem 3 de la clase 4</i>	90
Tabla 4.1.4.4 <i>Resumen respuestas de validadores para el ítem 4 de la clase 4</i>	91
Tabla 4.1.5.1 <i>Resumen respuestas de validadores para el ítem 1 de la clase 5</i>	93
Tabla 4.1.5.2 <i>Resumen respuestas de validadores para el ítem 2 de la clase 5</i>	94
Tabla 4.1.5.3 <i>Resumen respuestas de validadores para el ítem 3 de la clase 5</i>	95
Tabla 4.2.1 <i>Resumen comentarios validador 1</i>	96

Tabla 4.2.2 Resumen comentarios validador 2	96
Tabla 4.2.3 Resumen comentarios validador 3	97
Tabla 4.2.4 Resumen comentarios validador 4	98
Tabla 4.2.5 Resumen comentarios validador 5	98
Tabla 4.2.6 Cambio I en el material didáctico del estudiante Clase 1	99
Tabla 4.2.7 Cambio I en el material didáctico del docente Clase 1	100
Tabla 4.2.8 Cambio II en el material didáctico del estudiante Clase 1	100
Tabla 4.2.9 Cambio I en el material didáctico del estudiante Clase 2	101
Tabla 4.2.10 Cambio II en el material didáctico del estudiante Clase 2	101
Tabla 4.2.11 Cambios generales del material didáctico docente	102
Tabla 4.2.12 Cambios para los temas Clase 5, evaluación debate	102
Tabla 4.2.13 Cambios en los indicadores a evaluar Clase 5	103

Índice de ilustraciones

Imágenes del Capítulo 1

Imagen 1.3.1 Gráfico comparativo de últimos tres resultados PISA, MINEDUC	15
---	----

Imágenes del Capítulo 2

Imagen 2.5.3.1 Etapas del ciclo modelizador	41
---	----

Imágenes del Capítulo 3

Imagen 3.1.1 Cuadro con instrucciones al docente	47
Imagen 3.2.4.1 Proyección en pizarra de los conceptos a trabajar	51
Imagen 3.2.1.2 Video Modelo Atómico, captura minuto 2.26	52
Imagen 3.2.1.3 Video Modelo Atómico, captura minuto 3.58	53
Imagen 3.2.1.4 Video Modelo Atómico, captura minuto 6.16	54
Imagen 3.2.1.5 Video Modelo Atómico, captura minuto 6.47	54
Imagen 3.2.1.6 Video Modelo Nuclear, captura minuto 1.13	56
Imagen 3.2.1.7 Video Modelo Nuclear, captura minuto 3.15	57
Imagen 3.2.1.8 Última pregunta Guía Nro 1	58
Imagen 3.2.2.1 Noticia utilizada en la guía Nro 2	59
Imagen 3.2.2.2 Actividad de mapa mental	61
Imagen 3.2.2.3 Última pregunta Guía Nro 2	61
Imagen 3.2.3.1 Aplicación a utilizar	63
Imagen 3.2.3.2 Cadena radiactiva de Torio-232	63
Imagen 3.2.3.3 Última pregunta Guía Nro 3	64
Imagen 3.2.4.1 Uso de la aplicación para procesos nucleares	64
Imagen 3.2.4.2 Video Procesos Nucleares, captura minuto 0.14	65
Imagen 3.2.4.3 Video Procesos Nucleares, captura minuto 0.52	66
Imagen 3.2.4.4 Video Procesos Nucleares, captura minuto 3.27	66
Imagen 3.2.4.5 Video Procesos Nucleares, captura minuto 4.31	67
Imagen 3.2.4.6 Extracto del texto Entrevista a Oppenheimer	67
	XV

Imagen 3.3.1.1 Cuadro para observaciones finales	74
--	----

Imágenes del Capítulo 4

Imagen 4.1.1.1 Gráfico resumen respuesta validadores para el ítem 1 de la clase 1	77
Imagen 4.1.1.2 Gráfico resumen respuesta validadores para el ítem 2 de la clase 1	78
Imagen 4.1.1.3 Gráfico resumen respuesta validadores para el ítem 3 de la clase 1	79
Imagen 4.1.1.4 Gráfico resumen respuesta validadores para el ítem 4 de la clase 1	80
Imagen 4.1.2.1 Gráfico resumen respuesta validadores para el ítem 1 de la clase 2	82
Imagen 4.1.2.2 Gráfico resumen respuesta validadores para el ítem 2 de la clase 2	83
Imagen 4.1.2.3 Gráfico resumen respuesta validadores para el ítem 3 de la clase 2	84
Imagen 4.1.3.1 Gráfico resumen respuesta validadores para el ítem 1 de la clase 3	85
Imagen 4.1.3.2 Gráfico resumen respuesta validadores para el ítem 2 de la clase 3	86
Imagen 4.1.3.3 Gráfico resumen respuesta validadores para el ítem 3 de la clase 3	87
Imagen 4.1.4.1 Gráfico resumen respuesta validadores para el ítem 1 de la clase 4	89
Imagen 4.1.4.2 Gráfico resumen respuesta validadores para el ítem 2 de la clase 4	90
Imagen 4.1.4.3 Gráfico resumen respuesta validadores para el ítem 3 de la clase 4	91
Imagen 4.1.4.4 Gráfico resumen respuesta validadores para el ítem 4 de la clase 4	92
Imagen 4.1.5.1 Gráfico resumen respuesta validadores para el ítem 1 de la clase 5	93
Imagen 4.1.5.2 Gráfico resumen respuesta validadores para el ítem 2 de la clase 5	94
Imagen 4.1.5.3 Gráfico resumen respuesta validadores para el ítem 3 de la clase 5	95

Introducción

En el presente Seminario de Grado se registra la elaboración de una propuesta didáctica para la enseñanza del contenido de radiactividad y su validación por expertos. La propuesta didáctica incorpora la estructura de la educación basada en Modelización, un enfoque guiado a la Ciencia, Tecnología y Sociedad y el uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación, con el fin de consolidar el desarrollo de la alfabetización científica y promover la alfabetización científica. Se usó como referencia el informe del Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (PISA), las bases curriculares de ciencias y un informe de cobertura curricular del Ministerio de Educación. El contenido abordado en esta propuesta se enmarca en el Aprendizaje Esperado AE10 que se inserta dentro del contenido de modelo atómico y nuclear y su relación con la estabilidad del núcleo.

En el Capítulo 1, Marco de Antecedentes, se presenta una breve historia de la radiactividad en la economía. Luego, se hace referencia a los cambios experimentados en el currículum nacional en el último tiempo, comparando los Contenidos Mínimos Obligatorios con los Aprendizajes Esperados. Se continúa con una reseña del informe publicado por el MINEDUC con respecto a la cobertura curricular, donde se señala que existe una gran cantidad de profesores que no entregan el contenido de radiactividad. Se sigue con la premisa de los resultados PISA en ciencias, investigaciones realizadas con respecto al tema que compete a la investigación.

En el marco teórico se describen las observaciones teóricas que sustentan los principios físicos que corresponden al tema tratado en este Seminario de Grado con una breve parte de la historia de la radiactividad y modelo atómico. Se continúa con referencias teóricas de cómo abordar algunos métodos de enseñanza según bibliografía e investigaciones de propuestas didácticas. Así, se llega a explicar la metodología de la Modelización que llegará a estructurar las clases con guías que tienen preguntas orientadas a distintas prácticas dentro de este método de enseñanza; enfoque Ciencia Tecnología y Sociedad, que impulsa la naturaleza de la ciencia al incluir textos contextualizados dentro de la época histórica y social de más auge de la radiactividad, y el uso de elementos tecnológicos con una mirada desde la Tecnología de la Información y la Comunicación donde se encuentran videos y aplicaciones gratuitas.

La prueba didáctica elaborada se presenta en el siguiente capítulo, el 3, describiéndose metodología utilizada en cada una de las clases, junto con sus objetivos y el modelo conceptual a potenciar en este Seminario de Grado. Además, incluye las descripciones finas de las cinco clases. Para evaluar este material se crea una encuesta de validación, la cual contempla puntos

importantes considerados para cada clase, dependiendo del material que utiliza y de las actividades propuestas para la guía con las indicaciones al docente.

Para el último capítulo se presenta detalladamente las respuestas de la encuesta realizada a cinco profesores expertos que enseñan física dentro del nivel de interés para la propuesta didáctica. Esta opinión por parte de expertos llevó, posteriormente al cambio de algunos de los elementos que consideraron deficientes, por lo que se llevó al consecuente cambio al realizar las correcciones pertinentes.

Para finalizar, se presentan las conclusiones finales referentes al trabajo ejecutado, desarrollándose las reflexiones finales sobre él, los resultados de la evaluación del material y actividades que pueden generarse posteriormente a este trabajo.

¿Por qué enseñar radiactividad?

La radiactividad, así como los conceptos relacionados a ella, conforman un tema intrigante de enseñar porque no es frecuentemente hablado. Por otro lado, es intrínsecamente interdisciplinaria, ya que se conecta con la física, la biología y la química y puede ser usada para introducir la estructura atómica o ideas sobre probabilidad y estática. No hay que olvidar que Ernest Rutherford usó radiación de tipo alfa para descubrir que los átomos tienen una masa pequeña y su núcleo central está cargado positivamente por lo que, en efecto, el modelo atómico planetario sólo fue posible considerarlo después de descubrir la radiación. Además, se puede considerar que ayuda a revisar ciertos aspectos de biología celular y medicina.

Algo que se vuelve importante es que los estudiantes y los jóvenes en general están muy interesados en la radiactividad porque conocen muy poco acerca de ésta, incluso llegan a pensar que saben todo sobre ella. Es entretenido enseñar temas que son nuevos para la mayoría de los estudiantes y que se puede tener la certeza que la mayoría de ellos tendrá curiosidad.

El tema de radiación debería reservar más espacio en nuestro sistema educativo. El uso de la radiactividad y los rayos X no es sólo otro tema relevante de la sociedad moderna, sumados sus nuevos usos, sino que se convierte de suma importancia que más personas entiendan sobre radiación y radiactividad. De hecho, muy pocos entienden la radiación del todo.

Como futuros docentes, se debe tener el interés para responder frente a las inquietudes que nacen en los estudiantes con respecto a la radiactividad porque aún es un tema contingente a nivel global y los jóvenes pronto se convierten en adultos capaces de elegir a sus líderes y, si en boca de ellos está este concepto, se sabrá tomar buenas decisiones.

Capítulo 1: Marco de Antecedentes

Un precedente que se sopesa al hablar de radiactividad, puede ser sobre la primera reacción que suele presentarse en las personas, siendo usualmente de turbación dando a entender que su postura frente a ella es de completo rechazo (Corbelle & Domínguez, 2015). No es de extrañar, ya que la mayoría de las personas conocen más información acerca del uso de las dos bombas nucleares en Japón para acabar con la Segunda Guerra Mundial, la ruina en la ciudad de Chernóbil que quedó destruida por el desastre nuclear el 26 de abril de 1986 o la desgracia en la central de Fukushima I en Japón hace apenas 5 años. Estos hechos asociados al empleo de la radiactividad sobre la naturaleza, los seres vivos, el medio ambiente y los problemas de salud, han ocasionado que no se tenga una reacción favorable ante la mención de este concepto y todo lo relacionado a él. Todavía hoy se entiende la radiactividad como un agente peligroso en el que no se puede confiar (Gutiérrez, et. al, 2000).

1.1 Inicios de la radiactividad en la sociedad

Recordando el pasado, la radiactividad ha quedado grabada con fuego en la historia luego que las bombas nucleares “Little Boy” y “Fatman” estallaron en Hiroshima y Nagasaki respectivamente, quitando millares de vidas de forma casi instantánea (140.000 en Hiroshima y 40.000 en Nagasaki), sin considerar los decesos posteriores debido a las consecuencias en la salud de personas que estuvieron expuestas a la radiación, ya que vivían en ciudades aledañas al desastre. El gasto que se produjo por parte Estados Unidos a lo largo de la Segunda Guerra Mundial fue de 4,1 billones de dólares (Daggett, 2010).

“Quién no conoce su historia está condenado a repetir sus errores” dice el refrán, por lo que no se debe olvidar cómo inició todo. En 1938 Otto Hahn, radioquímico alemán de renombre, encontró que al bombardear uranio con neutrones lentos, como tan sólo unos años atrás hizo Fermi, se formaba un residuo diferente y liberación de energía. Sin poder entender el proceso que creaba este residuo de Bario, le escribió a su antigua colega Lise Meitner, radiofísica que había escapado de Alemania para evitar ser arrestada por el régimen Nazi por su ascendencia judía, contándole sobre los resultados obtenidos. Cuando Meitner leyó la carta de Hahn, lo primero que llamó su atención fue el peso atómico de los elementos descritos (uranio - 94 y bario - 56): como el del bario es aproximadamente la mitad del de uranio, pensó acertadamente que la única explicación plausible es que el átomo de uranio se había dividido en dos partes

casi idénticas lo que resultaba imposible con el modelo atómico que se manejaba en la época, pero no dejó de inquietarle lo claro de la conclusión. Gracias a que en esos años el sobrino de Meitner, Robert Frisch trabajaba para Bohr, informó a su tía que Bohr y otros científicos postulaban el modelo del núcleo atómico como una gota de agua, flexible y con tensión entre las partículas que lo componen, características precisas que explicarían los resultados obtenidos por lo experimentado por Hahn y fue entonces cuando todo cobró sentido y para 1939 publicó un artículo científico junto a su sobrino, en donde daban la explicación física y teórica de lo que llamaron fisión del núcleo, proceso por el cual un neutrón lento impacta en el núcleo de algún átomo pesado provocando una división del núcleo en dos partes similares entre sí (Corcho, 2013).

Ese mismo año, se dio inicio a la Segunda Guerra Mundial donde las Potencias del Eje invadieron gran parte de Europa. Para 1941 Estados Unidos se vio obligado a involucrarse en esta guerra por el ataque a la base ubicada en Pearl Harbor, dando inicio a la oportunidad de utilizar las bombas nucleares que hasta entonces se habían estado desarrollando en el proyecto Manhattan. Pese que se le ofreció trabajar en este proyecto, Meitner rechazó la oferta pues tenía la férrea idea de que el descubrimiento de la fisión nuclear debía tratarse de un bien para la humanidad y no en el desarrollo de armamento bélico.

Meitner obtuvo una popularidad inesperada en 1945, luego de que las bomba fueran utilizadas y la guerra ganada, ya que fue una de las personas que creó el concepto de fisión nuclear. Esta fama la aprovechó para fomentar el uso del proceso de fisión nuclear como una fuente energética y segura. Durante sus conferencias en Estados Unidos dio a conocer sus planes desarrollados en Suiza, y gracias a esto se construyó la primera planta nuclear en Rusia que otorgaba electricidad a la población (Corcho, 2013).

Desde entonces, en el mundo se han edificado cientos de plantas nucleares de fisión en más de 29 países donde utilizan la energía liberada de forma controlada gracias al reactor nuclear para producir electricidad, en total son medio millón de centrales nucleares que producen el 20% de la electricidad consumida en el mundo entero (Corcho, 2013).

En Chile existen dos plantas nucleares que no están dirigidas a la producción de electricidad, si no que a la investigación y a la producción de elementos radiactivos para la radioterapia contra el cáncer (CCHEN, 2017).

En el año 2002 Chile consumió 42.633 GigaWatts horas de electricidad (Montoya-Aguilar, 2005), cifra que aumenta cada año, por lo que la creación o puesta en marcha de proyectos que

generen la suficiente energía para alimentar los hogares chilenos es algo más que una prioridad, por lo que se debe optar por varias de las alternativas que ofrece la tecnología. Montoya-Aguilar en su artículo del 2005, "Antecedentes para una política gubernamental de energía que favorezca la salud, el ambiente, la economía y la soberanía nacional" expone lo siguiente:

Las grandes centrales hidroeléctricas son más limpias que las termoeléctricas; pero han causado la destrucción de hoya hidrográficas y el anegamiento de kilómetros cuadrados. Al cabo de los años la sedimentación de los embalses los va tornando inútiles; y las sequías periódicas las hacen no confiables como fuentes de electricidad. No representa una solución adecuada (Montoya-Aguilar, 2005, p. 82)

Se puede ver claramente que Chile necesita una nueva forma de producción de electricidad para poder alimentar los hogares y que a su vez reduzca el impacto ambiental que provocan las hidroeléctricas y las termoeléctricas. Es por ello que se debe pensar en otras alternativas, como en la construcción de centrales nucleares, la instalación de paneles solares o de aerogeneradores. Así mismo, la educación de las nuevas generaciones se puede enfocar para que tengan un conocimiento sobre los pro y contra que conlleva el optar por uno de estos medios para generar electricidad y que informados puedan tomar una buena decisión.

1.2 Propuesta Ministerio de Educación

El Ministerio de Educación de Chile es el órgano cuya función consiste en fomentar la educación en todos los niveles (básico, media y superior), a través de una educación humanista democrática, de excelencia y abierta al mundo, estimulando el incremento y la protección del patrimonio cultural. Además, esta institución es la encargada de definir los contenidos que los colegios deben impartir.

1.2.1 Currículum y programas

Desde principios de los 90 y hasta el año 2006 la educación en Chile se regía por la ley n° 18 962, Ley Orgánica Constitucional de la Educación (LOCE), que predominaba desde la creación de la última constitución del estado chileno. Luego de las manifestaciones de los estudiantes secundarios de ese mismo año, se realizó un cambio y la educación chilena se comenzó a regir por la ley n° 20 370, Ley General de la Educación (LGE), derogando a la anterior.

Así, para el año 2009 se actualizaron las Bases Curriculares (BC) en donde se definieron los Objetivos de Aprendizaje (OA), los Contenidos Mínimos Obligatorios (CMO) y los Objetivos

Fundamentales Transversales (OFT). A partir de aquí, los contenidos que se imparten en ciencias quedan divididos en tres grandes ejes temáticos, los cuales son Química, Física y Biología.

En el capítulo III del Marco Curricular (2009), se encuentran los OFT de cada una de las asignaturas, además de los CMO para cada una de las unidades, estos últimos se divide en las unidades principales. En Física, por ejemplo, las unidades son: Fuerza y Movimiento; Tierra y Universo, y la Materia y sus transformaciones. Cada uno de los CMO presenta lo que se denomina Habilidades que se deben trabajar con los estudiantes.

En el capítulo dedicado a Ciencias Naturales, al observar los contenidos mínimos obligatorios de Física se aprecia sólo dos CMO que tratan sobre la física nuclear y el mundo atómico, pero sin estar dentro de la unidad mencionada como tal. En la siguiente tabla se indican estos contenidos y la unidad que se le asigna, donde se observa la vaguedad con la que está expresado el contenido mínimo obligatorio.

Tabla 1.2.1.1

Contenidos relacionados a radiactividad en el Marco Curricular (2009)

Contenidos Mínimos Obligatorios (CMO)	Unidad
Descripción elemental de las fuerzas nucleares y electromagnéticas que mantienen unidos los protones y neutrones en el núcleo atómico para explicar la estabilidad de la materia y otros fenómenos.	Fuerza y Movimiento
Explicación cualitativa –desde el punto de vista de la física nuclear– de cómo a partir del hidrógeno presente en las estrellas se producen otros elementos y la energía que las hace brillar.	Tierra y Universo

Tabla creada con base en los Contenidos Mínimos Obligatorios, presentes en el Marco Curricular (2009), sección 1, capítulo 3, p. 291. Seleccionando los datos a utilizar.

Los CMO descritos en la tabla corresponden al estudio del núcleo atómico, por lo que resulta confusa la separación del tema en dos unidades, además de lo impreciso del contenido a

entregar, ya que son temas complicados de física moderna para ser enseñados de manera ambigua para el nivel de 4to medio.

Por otro lado, si los mismos Contenidos Mínimos Obligatorios que expone la unidad gubernamental responsable de legislar por lo que los estudiantes deben saber en sus años de escolaridad, no consideran como importante las distancias dentro del átomo como son su diámetro o tamaño del núcleo, la estructura atómica y la radiación como elementos importantes de la educación, ¿Cómo se espera que los mismos profesores, que pueden o no tener estudios al respecto, puedan llegar a tomar como algo relevante la enseñanza de estos conceptos? Claramente, el tema del núcleo atómico es lo suficientemente importante para ser un tema contingente a nivel mundial tanto en noticias como en los premios nobeles de hoy, sólo hay que recordar que en el año 2015 este premio se otorga por el descubrimiento de que los neutrinos poseen masa y esta se puede cuantificar ¿Cómo pueden los estudiantes comprender las noticias que verán en las tardes en sus hogares, si no tienen conocimientos sobre la materia de la que se está hablando? (Corbelle & Domínguez, 2015). Generar estos conocimientos para una sociedad científicamente educada, es de suma importancia.

Al mismo tiempo en los programas creados por el ministerio el mismo año 2009, en su primera edición del año 2015 aparecen dos Aprendizajes Esperados (AE), muy distintos a los Contenidos Mínimos Obligatorios presentados antes, como se puede ver en la tabla 1.2.2.

Tabla 1.2.1.2

AE y logros para la unidad del “átomo y su núcleo” para 4° medio, en los programas (2009)

Aprendizaje Esperado	Logros de los estudiantes
AE 10 Describir el núcleo atómico y algunas de sus propiedades.	<ul style="list-style-type: none"> - Describen el desarrollo histórico que han tenido los modelos atómicos, destacando las ventajas y limitaciones que ha tenido cada uno. - Identifican la estructura y tamaño del núcleo atómico y los relacionan con su densidad. - Describen, cualitativamente, el espín y el momento magnético nuclear de un núcleo atómico. - Describen modelos del núcleo atómico, como el de la gota líquida y el de capas

<p>AE 11 Describir las fuerzas al interior del núcleo atómico y algunas consecuencias, como la estabilidad de la materia</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Identifican las fuerzas fundamentales de la naturaleza (gravitacional, electromagnética, nuclear débil y nuclear fuerte) y señalan las situaciones en que predomina cada una. - Identifican las características generales de las fuerzas nucleares fuertes y débiles. - Explican la estabilidad del núcleo atómico y de la materia como consecuencia de las interacciones en el interior del núcleo. - Relacionan, cualitativamente, la energía de enlace con la fuerza nuclear y con los procesos de fisión y fusión nuclear.
---	---

Tabla creada con base en los Planes y Programas de 4° medio, Física, actualización 2009, primera edición 2015, p. 82.

Por lo tanto, se observa claramente en las tablas 1.2.1 y 1.2.2 que no existe una concordancia entre estas dos guías que tiene el docente para planificar sus clases.

Se debe acotar que los Planes y Programas presentan una estructura y una guía mucho más clara y mucho más profunda, que los Contenidos Mínimos obligatorios a tratar con los estudiantes en sí, como lo ya expuesto anteriormente. Si se comparan con los CMO de cuarto de enseñanza media, éstos no contemplan la distancia atómica, algunas de las características fundamentales del átomo, el modelo cuántico del átomo y la radiactividad y sus procesos, pero sí son examinados en los Planes y Programas del ministerio mucho más detallados y con mucha más información y guía hacia el docente, en donde introduce la radiactividad tocando los temas de fisión y fusión nuclear, conceptos que de alguna u otra manera necesitan del modelo cuántico del átomo para poder ser explicado de una forma completa (Torres, Gallegos & Pérez, 2015).

1.2.2 Cobertura Curricular

Para el año 2003, el MINEDUC había recopilado información sobre la cantidad de profesores que ejecutaban los Contenidos Mínimos Obligatorios que se postulan en el Marco Curricular en sus clases.

Del total de 128 profesores entrevistados, solo el 68.8% de ellos cumplió con realizar las clases correspondiente a la unidad de "Mundo Atómico". Al desglosar los contenidos de la unidad, como se presentan en la tabla 1.2.2.1, se ve que de todas formas los profesores no realizan todos los Contenidos Mínimos Obligatorios. De hecho sólo el 21.9%, es decir, tan solo 28

profesores entregan los conocimientos de “Fuerzas nucleares”. Donde se presenta la mayor participación es en el contenido sobre los “Constituyentes del átomo” llegando al 66.4%, eso quiere decir que sólo 85 de los 128 profesores trabajan el tema anterior.

Tabla 1.2.2.1

CMO trabajados por los docentes de física en la unidad de Mundo Atómico

CMO			N° de docentes	%
Mundo atómico	El átomo	Constituyentes del átomo	85	66,4
		Formulación del principio de incertidumbre	51	39,8
	El núcleo atómico	Dimensiones del núcleo en relación al átomo	67	52,3
		Descripción fenomenológica del decaimiento radioactivo	32	25,0
		El núcleo atómico como fuente de energía	37	28,9
		Fuerzas nucleares	28	21,9

Total de docentes: 128

Tabla creada con base en “Cobertura curricular en segundo ciclo básico y enseñanza media sector ciencias naturales”, documento del Ministerio, 2003.

Si se centra la atención en la unidad de “Mundo Atómico”, el mismo estudio del MINEDUC mencionado antes entrega el porcentaje de horas que los profesores dedican por tema. En la tabla 1.2.2.2 aparece en negrita el contenido de interés. Un punto relevante de esta información es que el tiempo mínimo de dedicación para cada uno de los contenidos es cero, esto quiere decir que existen profesores que no tratan este tema. Además, la moda en cada uno de los temas que competen a este trabajo, es cero lo que significa que la mayoría de los profesores no pasan estos contenidos. El tiempo que se le dedica a estos temas es menor al mínimo que se propone en el Marco Curricular del MINEDUC.

Tabla 1.2.2.2*Tiempo destinado a cada tema de física en IV medio*

Contenidos	mínimo hrs	máximo hrs	media hrs	moda hrs
Fuerza entre las cargas	15	100	34.89	30
Circuito de la corriente alterna	0	60	21.18	20
Ondas electromagnéticas	0	45	14.60	20
El átomo	0	27	9.22	0
El núcleo atómico	0	40	8.53	0
Otros contenidos	0	80	11.56	0
Total de docentes: 101				

Tabla creada con base en “Cobertura curricular en segundo ciclo básico y enseñanza media sector ciencias naturales”, documento del Ministerio, 2003.

Claramente hay una tendencia a no trabajar la unidad de “mundo atómico” y esto se puede deber a que este tema está calendarizado para el segundo semestre de 4to medio, por lo que pueden influir factores como el pronto egreso de los estudiantes, la preparación para rendir la Prueba de Selección Universitaria (PSU), entre otros.

1.2.3 Textos de Estudio del Estudiante.

Hay que considerar que los estudiantes a la hora de estudiar los contenidos de “Mundo Atómico” se encuentran con un material desactualizado, ya que el libro que se utilizó el año, 2016, es el mismo que se ha utilizado desde el año 2014, lo que conlleva a que aquellos artículos o apartados que están propuestos para motivar a los estudiantes a la reflexión de situaciones contextualizadas con la mirada de la radiactividad no están actualizados y que en algunos casos pueden abarcar temas que no son contingentes a la realidad actual. Es importante señalar que el libro contempla los contenidos de tercero y cuarto medio en una misma edición, lo que también puede afectar al no existir constantes reestructuraciones o el no abarcar los contenidos con mayor profundidad para cada nivel. Así, sin profesores que trabajen este tema en las clases y con un material desactualizado resulta compleja la adecuación de este contenido en el nivel en que se trabaja.

Un hecho importante ante los libros del ministerio es que para explicar, por ejemplo, los orbitales de los electrones de Bohr, se utilizan expresiones que no son demostradas previamente y contemplan una explicación con terminología científica complicada, ecuaciones que se generan sin su explicación previa que ayude a contenidos posteriores y no tendría una conexión clara con los postulados de Bohr y sus consecuencias. Por otro lado, incluso se trata de explicar la liberación de un fotón sin reconocer las ideas de las series de Lyman, Balmer, Paschen y Brackett para los niveles espectrales de los átomos las cuales son imprescindibles, ya que abren las puertas al modelo de Bohr y su trabajo, lo que produce que se mantenga la idea de que el trabajo científico se realiza de manera aislada (Luján, López & González, 1996). Por otro lado, basado en esta misma revisión realizada a la unidad del texto educacional, se puede encontrar problemas conceptuales en donde, por ejemplo, definen al protón como una partícula elemental y no como una partícula subatómica, presentando material inadecuado para el aprendizaje que se quiere lograr.

1.2.4 Formación docente

A partir de lo visto en el apartado anterior, se realizó un breve análisis sobre las carreras de pedagogía y la estructura de sus mallas curriculares. En Chile existen 12 universidades que dictan la carrera de Pedagogía en Física, algunas de ellas tienen como complemento matemáticas o ciencias naturales, estas universidades son: Universidad Católica del Maule, Universidad de Concepción, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Universidad de Playa Ancha, Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad de la Serena, Universidad del Bío-Bío, Universidad Católica de Valparaíso, Universidad de la Frontera, Universidad de Santiago de Chile y la Universidad de Chile. Al revisar las mallas de las carreras de Pedagogía en Física, de cada una de las universidades, se observó que de las mallas presentadas ninguna de ellas contiene un curso en específico sobre radiactividad o sobre física nuclear, lo cual genera una clara desventaja con respecto a lo que se debe enseñar posteriormente en los colegios y con lo que aparece presentado en el marco curricular del Ministerio de Educación.

Si no existen cursos especializados para los estudiantes de las carreras de Pedagogía en Física, es difícil esperar que estos futuros profesores sean capaces de lograr un buen manejo de este contenido, ya que es difícil que puedan enseñarlo si no tuvieron una formación inicial donde se les introdujo en los conceptos formales, lo que implica que luego no podrán generar aprendizajes significativos en sus estudiantes (Marchán & Sanmartí, 2013). ¿Cómo cambiarán

los conceptos previos que llevan los estudiantes sobre radiactividad dados por la televisión en sus anuncios sensacionalistas, cuando los profesores no tienen un estudio sobre la materia?

Al mirar detenidamente los últimos semestres de la especialidad de física de las carreras de pedagogía de las Universidades ya señaladas, se encontró la presencia de asignaturas como: "Física moderna", "Física de frontera", "Física contemporánea", que son las apropiadas para entregar formación sobre el desarrollo de la física del siglo XX. Por lo tanto, permitirían abarcar los conceptos relacionados con radiactividad que facultarían a los futuros profesores conocer los hitos del desarrollo de la física moderna, los impactos de estos avances para la sociedad y dar la posibilidad de potenciar a sus estudiantes como ciudadanos informados.

Si las carreras señaladas no abordan estas temáticas, es imposible obtener una cobertura curricular acorde a las exigencias establecidas por el Ministerio de Educación de Chile y que además sean coherentes con los Estándares Orientadores para las Carreras de Pedagogía en Educación Media (EOPEM), los cuales aparecen a continuación.

Los EOPEM dan a conocer cuáles deben ser las capacidades que debe poseer un profesor al momento de presentarse en un aula de clases con los estudiantes.

Tabla 1.2.4.1

EOPEM relacionados con radiactividad

Estándar	Pertenencia	Objetivo general
1	Conocimiento científico y su aprendizaje	Conoce cómo aprenden Física los estudiantes de Educación Media
2		Comprende las particularidades de la enseñanza de la Física y sus requerimientos en pedagogía
8	Principios físicos a nivel atómico y subatómico	Comprende los principios físicos a nivel atómico y subatómico, así como las ideas básicas de la teoría de la relatividad.
10	Habilidades de pensamiento científico	Muestra las habilidades propias del quehacer científico y comprende cómo se desarrolla este tipo de conocimiento

Tabla creada con base en “Estándares Orientadores para las Carreras de Pedagogía en Educación Media de Mayo del 2012”, Ministerios de Educación, República de Chile.

Al tomar en consideración los estándares 8,10 y 11 se observa cómo en el estándar 8 se refiere explícitamente a la comprensión del mundo atómico y su comportamiento, sin contar que los estándares 10 y 11, apuntan a cómo el quehacer científico y la ciencia ingresa en la vida de las personas e influye en el entorno.

Además, en el punto 8 del estándar 8, se menciona un quehacer del profesor que es: “*Explica fenómenos como decaimiento radiactivo, la fisión y la fusión nuclear, así como la estabilidad del núcleo atómico, integrando en su explicación el concepto de energía y las fuerzas que intervienen a escala nuclear*” (EOPEM, 2012, pág. 202), pero en el apartado “Textos de estudio del estudiante”, los profesores de ciencias no ven esto en los programas de estudio del gobierno. Por lo que se considera fundamental resaltar el rol de este contenido y generar las instancias para que los profesores se sientan en condiciones de abarcarlo en sus aulas.

1.3 Resultados PISA Ciencias

Considerando lo pedido en el documento del ministerio “Evaluación cobertura curricular primer semestre” del año 2014, se puede encontrar en el punto 9 una conceptualización inadecuada de la idea de radiactividad, donde aparece “***Apreciar la alta eficiencia de la conversión de masa en energía en la reacciones nucleares, en comparación con la conversión química o térmica***”. Por lo tanto, no sólo habría una dificultad en cuanto a que los profesores no pasen el contenido, como se observa en las tablas 1.2.2.1 y 1.2.2.2 de CMO y Cobertura curricular, sino que también hay dificultades en cuanto a que en el mismo ministerio no se utilizan adecuadamente los conceptos asociados a la radiactividad, ya que la conversión de masa a energía sólo ocurre en la radiación gamma, las otras radiaciones (alfa y beta) no transforman masa en energía, pero si existe una liberación de energía asociada a cada una de ellas, ya que la liberación de partículas alfa o la liberación de electrones necesitan de una liberación de energía para la realización del cambio en el átomo.

Como incluso en documentos publicados desde el Ministerio de Educación se aprecian pequeños errores conceptuales, es de esperar que los estudiantes tengan los mismos errores o

algunos similares. De Posada & Prieto (1990) encontraron que los estudiantes de primero de BUP y de tercero de Bachillerato, en España, al presentarles tres imágenes (mineral de Uranio, una central nuclear y una radiología) no podían identificar correctamente donde se encontraba la radiactividad, marcando por ejemplo que existía radiactividad en todo el dibujo de la central nuclear, incluyendo los cables eléctricos. Al entrevistar a los estudiantes, encontraron que usaban conceptos aprendidos en los medios de comunicación y sus explicaciones, no así la explicación científica que se pudiera tener sobre el asunto tratado.

Esto no es tan lejano a lo que sucede en Chile, donde muchos profesores no trabajan esta materia en específico. Así mismo, no es de extrañar que en las evaluaciones internacionales como en la prueba del Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes, se observa un déficit en el área de ciencias, en comparación con otros países pertenecientes a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). Esto se representa claramente en el siguiente gráfico.

Imagen 1.3.1

Gráfico comparativo de últimos tres resultados PISA, MINEDUC



Gráfico creado con base en la información entregada por el MINEDUC en el texto: “Resultados PISA 2012, Chile”, p. 42, 2012.

Como se puede apreciar, Chile se encuentra siempre sesenta puntos por debajo del promedio de la OCDE, pero tan solo treinta o cuarenta puntos por encima del promedio latinoamericano.

Con estos datos, se observa que los estudiantes no comprenden ciertos conceptos de las ciencias, así mismo se corresponde con la cantidad de profesores de física que daban tiempo a la unidad de mundo atómico, esto queda claramente respaldado.

En el mismo documento del MINEDUC del año 2012 se presenta el Ranking por país. En este, Chile se encuentra en el lugar 44, si se compara con un país que tenga un Producto Interno Bruto (PIB) similar al de Chile como es el caso de Portugal que se encuentra en la posición 30 del ranking, observando que a Chile aún le falta mucho para poder estar a la altura de los estándares de calidad de Portugal el cual presenta 489 puntos en la última evaluación PISA del año 2012, lo que está cuarenta puntos por encima de lo que obtuvo Chile en la misma evaluación.

Estos resultados muestran una educación donde, pese a estar en progreso, los estudiantes tienen dificultades para comprender la materia y apropiarse de ella. Estos déficits se hacen latentes cuando muchas personas se dejan intimidar por teorías que dicen que se acabara el mundo o que la tierra es plana. Es por ello que los resultados mostrados en la evaluación PISA son tan preocupantes, no tanto a nivel latinoamericano, sino que a nivel mundial.

1.4 Problemática de los estudiantes ante la radiactividad

Al hablar de radiactividad los estudiantes aún la asocian a un proceso peligroso que conlleva daños, ya sea a la salud como al medio ambiente, aunque hay que recalcar que esto pasa sólo si la asocian a la creada por la humanidad, que es vista comúnmente como muy contaminante y con repercusiones peligrosas en la salud y, por lo anterior, rechazada. En cambio, la radiación natural es vista como una actividad no contaminante y no perjudicial para la salud humana, sólo por provenir de la naturaleza. No es de extrañar esta visión sobre el concepto, ya que esta puede estar ligada a los noticieros y los encabezados o columnas alarmistas (Gutiérrez *et. al*, 2000), que puede influir en la visión que tienen los jóvenes sobre este proceso y sus consecuencias (Corbelle & Domínguez, 2015), lo que se agrava si se considera que se está formando personas que no manejan conceptos importantes sobre este tema que es necesario para tener un conocimiento cabal sobre la realidad y así mejorar la toma de decisiones, manteniendo mitos que el colegio con la educación obligatoria no está acabando, provocando que este desconocimiento produzca tomar medidas erróneas como lo ocurrido en España, donde muchos pacientes con cáncer han abandonado el tratamiento de la radioterapia para realizar pseudo terapias que dicen curar esta enfermedad, pero en la mayoría de los casos

terminan en muerte, según el informe del Grupo Español de Pacientes con Cáncer (GEPAC) publicado el 2016.

A pesar que los estudiantes tienen un desconocimiento general sobre cómo ocurre la radiactividad en los elementos, sí poseen ciertas nociones sobre el tema al conocer conceptos como “radiación”, “irradiación” y “fuente radiactiva”, aunque creen que son sinónimos; tienen problemas para explicar cómo se produce la radiación, lo que atribuyen a los electrones de valencia o refiriéndose a los componentes del núcleo; expresan la idea de decaimiento radiactivo: muchos de ellos lo asocian como la pérdida de masa a la mitad, siendo la radiación constante en el tiempo (Corbelle & Domínguez, 2015). La mayor parte de éste conocimiento está basado en información obtenida de, por ejemplo, el cine, noticieros o páginas de la web cuyas fuentes no son confiables y la información que se encuentra en ella puede ser errónea. Esto puede llegar a generar un modelo atómico erróneo, junto con problemas conceptuales en cuanto a sus propiedades y características, pudiendo producir que los estudiantes pierdan la conciencia del funcionamiento del mundo atómico. Además, como la mayoría de los libros de textos entregados por el ministerio hablan, ejemplifican y grafican el modelo atómico de Bohr de forma muy simplificada que llega a ser errónea (Solbes, Calatayud, Climent & Navarro, 1986 citado por Solaz-Portolés, Sanjosé López & Civera Milla; 2012, p. 231), los estudiantes consideran éste como la configuración real de los átomos. Esto sin contar que muchos de los textos llegan a explicar los conceptos cuánticos con modelos y conceptos pre-cuánticos conllevando a errores conceptuales, consecuencia que provoca irremediamente confusiones al estudiar situaciones que serían imposibles si se consideran estos modelos, como es el caso de encontrar electrones dentro del núcleo atómico y que sean capturado, acontecimiento que genera radiación β .

Así, el mayor problema al momento de enseñar la radiactividad y el modelo atómico moderno es que el material existente es un material inadecuado, ya que el que se ocupa es poco estructurado al omitir información que es relevante, provocando que su función como guía no se cumple a cabalidad. Incluso, en los libros que aprueba el Ministerio de Educación (MINEDUC) que son entregados a los colegios de forma gratuita se encuentran errores conceptuales.

Esta falta de material y de contenidos adecuados, repercute en generar el desconocimiento en la sociedad que se expresó anteriormente en un interminable círculo vicioso.

1.5 Planteamiento del problema

Con base en todos estos antecedentes surge la necesidad de entregar a los docentes un material didáctico concreto que aborde los contenidos de radiactividad en contexto y permitiendo que los estudiantes estén educados científicamente en los sucesos cotidianos que conlleva la radiactividad, donde las dificultades que los estudiantes puedan presentar como lo son el hecho de no distinguir entre la radiación y la radiactividad (Corbelle & Domínguez, 2015). Así con este material, basado en la metodología de Modelización y utilizando un enfoque CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) y el uso de las TIC (Tecnología de la Información y la Comunicación), se buscó generar una propuesta didáctica que conlleve una mejora en la educación para los estudiantes de los establecimientos educacionales de Chile, en el área de la radiactividad, ya que existe una gran cantidad de los profesores de la asignatura de Física que no imparten esta materia (ver apartado 1.2.2, Cobertura curricular).

1.6 Preguntas

¿Cómo abordar las problemáticas asociadas al proceso de enseñanza y aprendizaje de la radiactividad en el aula?

1.7 Objetivos

Con base en lo presentado antes, es necesario definir el propósito de la investigación propuesta, para poder dar respuesta a la pregunta planteada anteriormente.

1.7.1 Objetivo General

1. Elaborar y validar una propuesta didáctica para la enseñanza del modelo atómico y de la radiactividad en cuarto año medio, utilizando un enfoque CTS, TIC's y Modelización.

1.7.2 Objetivos Específicos

- Definir los modelos atómicos y de radiactividad con base en revisión bibliográfica pertinente.
- Elaborar recursos de aprendizaje visual que formarán parte de la propuesta didáctica y que promuevan un modelo de la radiactividad y sus conceptos asociados.

- Análisis de las aplicaciones y consecuencias de la radiactividad en la sociedad que contextualicen las sesiones de la propuesta didáctica en la actualidad.
- Elaborar la guía docente que permita una orientación para la implementación de la propuesta didáctica.
- Validar la propuesta didáctica a través del juicio de expertos.
- Proponer un material didáctico refinado tras la validación de expertos.

Las acciones necesarias para realizar y cumplir los objetivos propuestos son:

- Búsqueda en bibliografía pertinente para definir de forma completa los contenidos que se consideran más relevantes para la enseñanza de la radiactividad y sus elementos.
- Búsqueda en bibliografía pertinente para seleccionar una metodología basada en la modelización, CTS y TIC's.
- Estructuración de las clases considerando el tiempo que exige el Ministerio de Educación.
- Creación de material didáctico sobre los temas previamente definidos, considerando la construcción y desarrollo de guías, videos y textos.
- Creación de una encuesta de tipo likert para evaluar aspectos importantes del material creado, considerando aspectos como la metodología de modelización, enfoque CTS y el uso de TIC's.
- Envío del material creado a profesores expertos que cumplan con un mínimo de cinco años enseñando en el nivel de 4to medio y que sean profesores de física, para que evalúen el material.
- Recoger comentarios de la evaluación para realizar mejoras al material, refinándolo.
- Concluir con respecto a lo realizado en este Seminario de Grado.

Capítulo 2: Marco Teórico

Cuando Marie Curie describió como radiactividad lo que Becquerel llamaba los rayos fluorescentes, el mundo de las ciencias se removi6 por completo. Ese descubrimiento se realiz6 en un taller con goteras tan grandes que parecía no haber techo, mismo en donde junto a Pierre Curie descubrieron nuevos elementos qu6micos utilizando una nueva y exitosa t6cnica para la 6poca: medir la radiaci6n de las muestras. Este m6todo en un principio no fue aceptado por el resto de la comunidad cient6fica, ya que en esa 6poca se solicitaba una muestra sustancial del elemento en estado puro, el valor de su peso at6mico y otras mediciones. Pese a lo anterior, los Curie defendieron su descubrimiento y afirmaron que al medir la radiaci6n espec6fica de un elemento y esta era desconocida, se considera como una prueba irrefutable de que se había encontrado un elemento nuevo. En la actualidad, esta es la t6cnica m6s efectiva para realizar hallazgos de nuevos elementos, pero a pesar de que el descubrimiento de los nuevos elementos y de lo que se llam6 luego radiactividad, comenz6 el proceso de investigaci6n de c6mo funcionaba la radiactividad, actividad natural, que hoy tiene distintas aplicaciones. Ya sea en salud o de forma energ6tica, la radiactividad siempre est6 presente en nuestra vida (P6ez, 2012).

2.1 Breve historia de la radiactividad

Bas6ndose en lo que dice Adela Mu6oz P6ez (2015) en su libro sobre la historia del descubrimiento de la radiactividad y los grandes aportes realizados por Marie y Pierre Curie en este 6mbito, se dice lo siguiente:

En 1896 Henri Becquerel, a finales de febrero, debía presentar la continuaci6n del trabajo de su padre y abuelo, con los fen6menos de fosforescencia de las sales de uranio. El problema que tuvo Becquerel fue que los d6as 26 y 27 de febrero, anteriores a su presentaci6n, el sol no ilumin6 en Par6s, provocando que las sales de uranio no recibieron la radiaci6n solar suficiente para poder fosforecer luego y revelar la placa que Becquerel usaba como prueba de ello, por lo que guard6 la caja con las sales de uranio y la placa en un caj6n de su casa. Grande fue su sorpresa cuando abri6 la caja y observ6 la placa fotogr6fica revelada a pesar de que las sales de uranio no habían recibido iluminaci6n solar. Sorprendido Becquerel repiti6 el experimento con sales de uranio en distintos grados de oxidaci6n (+6 y +4).

Becquerel se dio cuenta que los rayos uránicos, como él los nombró, tenían muchas similitudes con los rayos X descubiertos no hace mucho. A su vez confirmó que el uranio puro tenía una radiación mayor que las sales, ya que revelaba las placas fotográficas de una forma mucho más clara. Lamentablemente en 1897 Becquerel fue nombrado presidente anual de la Sociedad de Física, cargo que lo llevó a alejarse de sus estudios de lo que él seguía convencido que era fosforescencia.

Es así como en el limbo del estudio de este fenómeno nuevo, aparece Marie Curie y Pierre Curie investigadores insaciables. Marie, que había llegado desde Polonia y había terminado sus estudios en Matemática y en Física hacía muy poco, buscaba un trabajo para su tesis Doctoral para la cual eligió algo completamente nuevo y casi desconocido: los rayos que describe Becquerel en su trabajo le parecieron sumamente interesantes y se dedicó a ello. Utilizando restos minerales de chalcólita y pechblenda, descubrieron que era mucho más potente que el uranio.

Marie y Pierre Curie, buscaron la forma de medir la radiación de los elementos, es por ello que basándose en el trabajo de Pierre con los piezoeléctricos, crearon un dispositivo que controlado por Marie se podría obtener una medida de lo que ellos ya denominaban como radiación. Sintetizaron los componentes de la chalcólita y la pechblenda hasta obtener una proporción de uranio y sulfato de cobre. A pesar de que el uranio presentaba la radiación esperada en compuestos de uranio, la chalcólita era mucho más radiactiva lo que los llevó a pensar en un compuesto que ellos no podían encontrar. Así el 18 de julio de 1898 presentaron sus resultados en la Academia de Ciencias Francesa por medio de Henri Becquerel, ya que ni Marie ni Pierre eran miembros de esta. En estos resultados, aparecía lo que ellos llamaban el nuevo elemento y proponían el nombre de polonio.

A partir de lo anterior el estudio de la radiactividad se disparó y luego del descubrimiento del radio, se crearon implementaciones para la medicina, como la Curieterapia, que hoy es llamada braquiterapia. El descubrimiento de los Curie remontó el estudio que había quedado relegado por Becquerel y le dieron la razón, no a la fosforescencia de los elementos, si no a la inestabilidad de los núcleos y cómo estos emiten radiación, ya que Pierre Curie logró demostrar los tres tipos de radiación alfa, beta y gamma.

2.2 Breve historia del modelo atómico.

Basándose en el libro escrito por David Blanco Laserna (2012), donde se habla de las consecuencias de la función de onda que expuso Schrödinger, se extrajo una breve historia del modelo atómico y su evolución.

En la antigua Grecia se creía que el átomo era lo más pequeño que podía existir en el mundo, el punto donde la materia no podía seguir dividiéndose, es por ello su nombre en griego significa “sin división”. Con el tiempo fue Dalton el que retomó la idea del átomo como materia indivisible y muy pequeña considerándola la partícula fundamental de todo, definiendo que los átomos de un mismo elemento eran todos iguales con igual masa e igual tamaño, características que podían diferenciar un elemento de otro.

Con el paso del tiempo, se encontró que los átomos tenían una carga positiva y una carga negativa, esto llevó a Thomson a crear su modelo del átomo, como una gran espacio positivo que estaba incrustado con las pequeñas partículas que tenían la carga negativa del átomo y otorgaban su masa. Este conocido modelo del átomo, se pasó a llamar el modelo del budín de pasas, ya que tenía una gran similitud con lo que se conoce como el “pan de pascua” o el “queque con frutos secos”.

Al partir de este punto es cuando se introduce las ideas de Rutherford en el modelo atómico. Luego de su experimento con la radiación alfa, que se estudiaba aún en su época por Marie Curie, Rutherford expuso láminas delgadas de distintos materiales a la radiación alfa que él les enviaba y descubrió que sólo una pequeña porción de la radiación chocaba y se devolvía, pero la gran mayoría atravesaba la placa o se desviaba. Por lo que no quedaba otra opción al análisis que decir que la mayor parte del átomo está compuesta de vacío, por ello surge un nuevo modelo, donde existe un núcleo. En un principio Rutherford no podía identificar cuál de los dos elementos era positivo y cual era negativo, así que sus estudiantes y él mismo idearon una forma de saberlo, lanzaron partículas cargadas a las láminas e identificaron como se desviaban estas. De esta forma, llegó a la conclusión que el núcleo debía ser de carácter positivo y a su alrededor tener pequeñas partículas con carga negativa, lo que luego pasó a llamarse como *electrón*.

Pero el modelo de Rutherford no era perfecto, si se analizaba desde una matemática y una física clásica entonces las órbitas circulares que propone Rutherford no podían ser posibles, ya que el electrón debía perder energía en el proceso y caer hacia el núcleo, lo que desestabilizaría el átomo. Para dar respuestas a este problema Bohr, discípulo de Rutherford,

propone un nuevo modelo del átomo donde, existen niveles permitidos donde el electrón se puede encontrar y para pasar de un nivel a otro el electrón debe o tener una inyección de energía externa o debe ceder energía al medio en forma de luz, así Bohr también daba explicación a los espectros de radiación lumínica que tiene cada uno de los elementos al someterlos en la espectroscopia. Cabe destacar que para este momento del modelo atómico, la mecánica clásica ya no estaba dando resultado en las ecuaciones que se realizaban, por ello Bohr trata de arreglar ciertos aspectos de su modelo, pero éste sólo podía explicar los átomos de la forma hidrogenoide, es decir, el núcleo y un electrón libre que lo orbita.

Cuando De Broglie postuló el comportamiento ondulatorio de las partículas, dio respuestas a algunos comportamientos de los electrones y cómo estos podían interactuar con los fotones en el efecto fotoeléctrico y en la excitación del electrón por medio de fotones. De la misma forma, dio respuestas a sucesos que aún no habían siquiera aparecido en la mente de los científicos.

Meses después de que De Broglie publicara su estudio, un profesor y compañero de Schrödinger, le pusieron como desafío que encontrara la ecuación de onda que regía el movimiento del electrón alrededor del núcleo de este. Schrödinger tomó esto como un desafío a su inteligencia y se dedicó a encontrar y modelizar una ecuación de onda que modeliza el movimiento de los electrones. Fue en este proceso cuando propuso la ecuación que hoy se conoce como "*Ecuación de Schrödinger*"

Así, Schrödinger podría calcular la probabilidad de que el electrón estuviera en cierta posición, por lo que esto nunca daba la posición exacta del electrón, cosas que molestaba a Schrödinger que era un científico de pensamiento continuo.

Por su parte, Heisenberg trabajando con otra formulación llegó al mismo resultado que Schrödinger poco tiempo después. Heisenberg propuso el principio de indeterminación, en donde señala que nunca se puede saber dos condiciones de una misma partícula, es decir, que si se conoce la velocidad de la partícula no se puede saber su posición exacta, y lo mismo pasa a la inversa, si se conoce la posición de la partícula, entonces no se determina la velocidad a la que se mueve la partícula.

Si se complementan estos dos últimos postulados, se obtiene un modelo del átomo que es más aceptado hoy por la comunidad científica, el cual se puede describir como: "*un núcleo positivo, con una nube de electrones en los orbitales, donde la función de probabilidades, "psi" (de la ecuación) toma el máximo valor, según la cantidad de nodos*" (Laserna, 2012). En el libro de Laserna, "*Schrödinger, las paradojas cuánticas: El universo está en la onda*" aparecen

representadas y explicadas las funciones de probabilidad de Schrödinger y cómo la influencia de Heisenberg ha llevado a construir este modelo del átomo.

Por ello, el modelo del átomo a potenciar en las clases de física debe ser este tipo, se puede llamar Schrödinger-Heisenberg, en el cual los procesos, como el de captura de un electrón son permisibles, pues están dentro de los rangos que imponen tanto Schrödinger como Heisenberg. Con ello la radiactividad es un proceso que se podría entender con mayor facilidad, dejando de lado los problemas conceptuales que tienen los estudiantes, como pueden ser, tener una definición deficiente de la radiación o el decaimiento radiactivo.

2.3 ¿Cómo abordar en las aulas los contenidos de modelos atómicos y radiactividad?

En primera instancia, se considera necesario describir en qué consisten las ciencias. Desde luego, a través de una línea epistemológica se puede limitar precisamente como las explicaciones que se le atribuyen a los hechos del conocimiento, asociados a la realidad objetiva (Pérez, 2011). Esta realidad se pretende describir a través de las teorías, las cuales son una forma de saber que pretende conocer el mundo, por lo tanto es una concepción racional que intenta dar una visión o explicación sobre cualquier asunto (Sierra, 1984; citado por Carvajal Villaplana, 2002) recogiendo la apreciación de la realidad, por medio de conceptos o significados de ideas, por lo que se transforma en una interpretación del mundo real. Es importante recordar que no consiste en una descripción exacta de lo que pasa en el mundo, sino que es una recreación que trata de proporcionar una representación de lo estudiado.

Por otro lado, al hablar de modelos científicos hay que considerarlos como una representación de la realidad y no la realidad en sí, y por lo tanto está basada en teorías. De esta forma, dependiendo de la intención didáctica que se quiera aplicar o realizar en las clases, se podría ocupar modelos científicos que se adecuen a estas necesidades (Gallego, A., Gallego, R. & Pérez, 2006). Estos modelos se dividen dependiendo de su intencionalidad en: icónicos, cuando representan un objeto del saber que no es accesible directamente por la observación, lo que precisa de una representación visual; analógicos, con representaciones idealizadas (abstractas) producto del saber común, y el simbólico, el cual está caracterizado por el desarrollo histórico de la física.

Es importante recordar que esta representación, está definida principalmente por los conceptos

o características de un suceso que se quiere explicar, por lo que eso no implica que deba funcionar en todos los contextos. Por medio del modelo, la teoría se refiere a la realidad (Carvajal, 2002).

No se puede obviar la importancia de lo anterior al momento de guiar nuestra investigación en el ámbito de la educación, porque es de suma trascendencia su estructuración en conjunto para cambiar los marcos conceptuales alternativos que llevan los estudiantes, procurando la reestructuración de los preconceptos y, a través de esto, lograr que el estudiante aprenda.

Así, para desarrollar el aprendizaje sobre un tema, es necesario una articulación entre estos tres ámbitos, por lo que sería útil tener en consideración el uso de un material que, para efectos prácticos, constituye una representación que ayude a responder las preguntas pertinentes, en donde el modelo escogido debe ser coherente con los conceptos que se quieren explicar, junto con la teoría adecuada para el fin que se propone en las clases. De este modo, es esencial que los modelos elegidos tengan una mayor capacidad de generalización, sencillez y simpleza, por lo que hay que conocer sus alcances y limitaciones (Concari, 2001).

Por otro lado, no se puede negar la importancia de la reconstrucción histórica, ya que es capaz de aportar elementos de juicio para la formulación de los modelos científicos. Debido a esto, ya no es posible que en la didáctica de la ciencia se sigan realizando prácticas que sólo consisten en la evaluación de contenidos de manera reproductiva y/o memorística (Marchán & Sanmartí, 2013). Además, lo anterior se apoya en la formación inicial del futuro docente que suele estar limitada a definiciones conceptuales y algoritmos, reflejados claramente en la perpetuación de este método en los libros de textos de los colegios. Al no existir un planteamiento histórico del tema explicado, la construcción, desarrollo y modificación de los modelos científicos dejan de tener sentido, provocando enajenación en los estudiantes, ya que los contenidos de la física se reducirían a la comprensión del uso de la matemática, al adquirir mayor importancia la resolución de ejercicios descontextualizados, el aprendizaje de fórmulas sin la comprensión de éstas y la retención de definiciones.

Es importante señalar que a los estudiantes les gusta el aprendizaje que tenga una lógica para ellos (en cuanto al contexto físico, social o temporal), por lo tanto, resulta imperante utilizar el contexto como herramienta didáctica, ya que el despertar de la curiosidad al entregar hechos históricos, generaría la necesidad en el estudiante de querer saber más ciencia. Así, si el estudiante es capaz de encontrar una relación entre el estudio y la aplicación, hay muchas más posibilidades que ellos aprendan con más facilidad y de forma efectiva (Marchán & Sanmartí,

2013). Lo anterior, sin descuidar lo teórico formal.

Surge, entonces, la necesidad que los contenidos sean contextualizados mediante un enfoque distinto. La importancia que significa la contextualización y la discusión de lo que representa el papel de la ciencia en la evolución de la sociedad y la economía no se puede negar, por lo cual, llega a ser una herramienta importante al momento de abordar los contenidos vistos en física. En este caso. Un claro ejemplo de intento de contextualización, es el desarrollo de una secuencia didáctica sobre modelo atómico, tema que habitualmente recibe un tratamiento que pretende ser “histórico” pero queda resumido en una enumeración de modelos asociados a los nombres de sus creadores, en donde son los estudiantes los que lo abordan desde propuestas que den cuenta de la trama de relaciones socio-históricas en que se desarrollaron esos modelos, tales como la construcción de líneas de tiempo que permitan relacionar eventos mundiales con el desarrollo del estudio de la constitución de la materia o analizar los vínculos existentes entre los investigadores que han desarrollado los distintos modelos (Murriello, 2014), pero se suele dejar de lado las discusiones que se produjeron, el contexto histórico en el cual se desarrolló y, por sobre todo, la connotación de lo que cada científico logró, creó y descubrió.

Mas, no se debe olvidar la parte conceptual, el lenguaje científico. La contextualización, es una ayuda para que la ciencia sea atrayente a los estudiantes, pero esta no debe suplir, por ningún momento, la teoría, ya que la teoría es una respuesta que intenta explicar un fenómeno, este fenómeno puede ser o no observable. Si este no fuera observable, el uso de tecnologías didácticas diseñadas para la explicación de un fenómeno resulta muy útil, ya que proporciona una representación del fenómeno que se quiere enseñar (Puentes, Roig, Sanhueza & Friz, 2013). El uso de simuladores que modelen lo que sucede en situaciones con contextos físicos donde no es posible realizar experimentación concreta en el laboratorio llega a ser una exigencia en nuestro ámbito.

Como no se puede ir en contra el desarrollo tecnológico y que es una realidad el que la escuela como institución haya quedado relegada en una burbuja temporal en donde continúa utilizando la misma tecnología que desde su comienzo. El uso de tecnologías en el aula, no sólo es un plus en cuanto a lo atractivo que puede ser la clase, sino que es una gran herramienta para la explicación misma de un fenómeno que precise de una gran abstracción y que tenga como desventaja la dificultad que representa el no poder llevarlo a una experiencia de laboratorio (Puentes, Roig, Sanhueza & Friz, 2013).

Así mismo como no se puede ir en contra de la cultura tecnología del hoy y del área conceptual

de la enseñanza, tampoco se puede ir en contra de las definiciones formales que se les debe entregar a los estudiantes en cuanto a los conceptos que se trabajan con ellos, es por ello que se debe manejar una definición de los conceptos importantes a tratar, como lo son radiactividad, vida media, decaimiento radiactivo, entre otros.

Corbello & Domínguez (2015), señalan en su texto "*Estado de la cuestión sobre el aprendizaje y la enseñanza de la radiactividad en la educación secundaria*" una definición muy acertada de la radiactividad, decaimiento radiactivo y fuente radiactiva, como:

"[...] El término radiactividad hace referencia a un fenómeno o proceso en el transcurso del cual se emiten radiaciones ionizantes, tradicionalmente denominadas α , β y γ . Dicho fenómeno tiene su origen en la inestabilidad de ciertos núcleos atómicos que se transforman en otros diferentes, proceso denominado decaimiento radiactivo. Los tres tipos de desintegraciones radiactivas citadas constituyen los tres modos por los que dichos núcleos se transforman en núcleos más estables. Así, la desintegración tipo α es característica de núcleos muy pesados que necesitan perder masa, y lo hacen emitiendo núcleos de helio. La desintegración β es característica de núcleos ricos en neutrones. Un modo de disminuir un neutrón es mediante su transformación en un protón con la consiguiente emisión de un electrón (partícula β). Los procesos γ consisten en la liberación de radiación γ cuando un nucleón (protón o neutrón) pasa de un estado cuántico de mayor energía a otro de menor energía. Por tanto, en este proceso no hay realmente una transformación de un núcleo de un elemento químico a otro de un elemento diferente" (Corbello & Domínguez, 2015; pág. 139)

Basado en lo citado anteriormente, se entiende la radiactividad como: El proceso por el cual un núcleo pesado decae en otro más ligero en una liberación espontánea de masa y/o energía por alguno de los tres procesos de decaimiento conocidos α , β o γ . Por otro lado, se entiende la radiación en el contexto radiactivo y esta es cuando un cuerpo radiactivo libera masa o energía, la radiación entonces corresponde a la energía o masa que viaja desde el cuerpo radiactivo o fuente radiactiva a un objeto cualquiera. Esto no se debe confundir con irradiación, pues esto ocurre cuando un cuerpo u objeto cualquiera ha recibido radiación de algún tipo, ya sea α , β o γ , el cual puede o no quedar contaminado. Para que exista contaminación, debe ocurrir que un cuerpo radiactivo esté inserto en un objeto, en el caso del ser humano, esto puede ocurrir por inhalación, inyección u otro medio que ingrese un elemento radiactivo en el cuerpo.

De esta manera, el decaimiento por radiación α , ocurre cuando un núcleo muy pesado libera masa como un núcleo de Helio (dos protones y dos neutrones), el proceso de decaimiento por radiación β ocurre cuando se libera un electrón o positrón del núcleo del átomo y el decaimiento

por radiación y ocurre cuando el núcleo debe liberar una gran cantidad de energía.

Corbello & Domínguez (2015), definen el periodo de semidesintegración como:

"[...] Por tanto, el estudio de estos procesos [radiactivos] se realiza desde un punto de vista estadístico. Desde esta perspectiva, se define el periodo de semidesintegración como el tiempo necesario para que decaiga la mitad de los núcleos radiactivos inicialmente presentes en una muestra. Esto no significa que la muestra pierda átomos sino que está teniendo lugar una transformación de núcleos de un elemento químico, en núcleos de otro elemento químico" (Corbello & Domínguez, 2015; pág. 141).

Se recalca de lo anterior lo siguiente: "[...] *Esto no significa que la muestra pierda átomos sino que está teniendo lugar una transformación de núcleos de un elemento químico, en núcleos de otro elemento químico*". Ya que como se mencionó en el capítulo anterior, los jóvenes entienden la vida media, como la pérdida de masa a la mitad y no como el proceso de transformación de un núcleo atómico en otro, es en este punto donde la definición que dan Corbello & Domínguez adquiere un uso importante en el futuro de la propuesta.

Así mismo la vida media se define en "Núcleos y partículas" de Emilio Segrè de 1972, como "[...] *lo que dura en promedio la vida del átomo*", en otras palabras la vida media es la intersección en el eje de tiempo con la tangente de la curva de la actividad cuando el tiempo es cero.

2.4 Investigación de propuestas didácticas

En el ámbito de la didáctica en la radiactividad han existido pocas propuestas, pero bastante innovadoras como las del profesor y doctor Andy Johnson (2015) quien imparte clases en la Universidad de Black Hill, Estados Unidos. Él identificó dificultades significativas en numerosos conceptos que se presentan al realizar un curso de radiactividad:

- La mayoría de los estudiantes (88%) inicialmente le otorgan características a la radiación, y un 11% tiene ideas mezcladas sobre esto.
- El 65% de los estudiantes dicen que la radiación produce otros objetos radiactivos y un 34% dieron respuestas opuestas.
- Un 94% de los estudiantes mencionan ondas en sus descripciones iniciales de radiación.
- El mayor número de estudiantes no conocen la diferencia entre radiación de fuentes nucleares y electromagnéticas.

- Existían casos donde los estudiantes pensaban que radiación es lo mismo que radiactividad.

Debido a lo anterior, es que dedicó años a investigar sobre la mejor manera de enseñar esta materia realizando un estudio sobre el potencial educativo de los manipulativos virtuales hasta que creó el proyecto Inquiry into Radioactivity (IIR) en el año 2015, en donde desarrollaron tres simuladores pedagógicos que permiten a los estudiantes realizar diversas actividades que ayuda a entender el fenómeno de la radiactividad a escala atómica, material financiado por la National Science Fundation.

A partir de diversas actividades realizadas en las clases, los estudiantes experimentaban lo que llamó “idea en transición” que corresponde a ir cambiando el significado de los conceptos poco a poco, al enfrentarlos con nuevas evidencias cambiaron sus ideas iniciales, aunque de todas formas sus nuevas ideas no son totalmente aceptadas desde una perspectiva científica. El proceso de aprendizaje involucra a los estudiantes para que respondan preguntas que les interesen de manera que cada vez sean más coherentes con la evidencia.

Luego, finalmente en las últimas clases, se registró que varios de los estudiantes asentaron sus ideas finales siguiendo una línea de razonamiento necesario para lograr entender el origen de la radiación, su comportamiento y sus efectos en la materia.

Por su puesto, cada estudiante necesitó de distinta cantidad de tiempo para cambiar sus formas de pensar acerca de la radiación y la radiactividad, ya que los procesos aparecen de forma gradual y requiere de pensar mucho acerca de todo lo relacionado con el tema, incluso de manera simultánea. Aproximadamente el 80% de los estudiantes pudieron terminar el semestre, mientras que el 20% restante seguía en el período de transición aunque abandonaron sus ideas iniciales. En general, los estudiantes tuvieron grandes dificultades para entender el proceso de ionización.

Luego de la implementación de las clases por primera vez, se realizó una retroalimentación de las mismas para generar un mejor material que supliera las dificultades que se identificaron en la primera implementación, modificando algunas secuencias agregando, por ejemplo, el modelo del átomo.

Los estudiantes la mayor parte del tiempo desarrollaron las actividades en grupos de dos a cuatro personas, trabajando de forma colaborativa a través de documentos con actividades guiadas en computadores.

En cuanto al rol del profesor, este difiere a la común clase tradicional. El trabajo del profesor es ser monitor y dirigir el trabajo de los grupos, realizando preguntas pero dejando que sean los estudiantes los que encuentren la respuesta acerca de la radiación. El profesor entrega el programa con las actividades diarias pero son los estudiantes los que llevan el ritmo de su trabajo.

El material liR está dividido en cuatro principales áreas: “Radiación básica”, “Átomo y radiación”, “Radiación y efectos en la materia y en la salud”, y “Desperdicio nuclear, reactores nucleares y vida media”. Cada uno de los tópicos es un tema de un “ciclo” de actividades que comienzan averiguando las ideas iniciales de los estudiantes. Están seguidas con una serie de actividades de “desarrollo” en las cuales los estudiantes son guiados con preguntas específicas haciendo experimentos en particular bajo la orientación de documentos electrónicos. El círculo se cierra con una serie de Preguntas Principales a las que el estudiante ahora es capaz de responder. Toda la clase discute sobre las preguntas principales y se cierra con la entrega por parte del profesor de un documento que contenga las ideas principales del ciclo.

Los estudiantes son divididos por preguntas sobre qué sucederá, qué es la radiación, de dónde viene, cómo hace daño y eventualmente las responden.

Incluye una nota que dice que la mejor implementación se realizará completando el material liR, pero que el aprendizaje puede ser diferente. Usar todos los recursos creados en un tiempo prudente puede no ser factible. Por lo tanto, se entrega el material para libre uso por parte de los profesores para que lo empleen como les sea conveniente.

Johnson (2015) recalca que una de las ventajas que este tipo de actividades tiene en los estudiantes, es desarrollar habilidades de razonamiento científico, explorar e investigar realizando actividades en donde se enfrentan a materiales radiactivos y ocupan contadores Geiger, además de manipular programas que ayudan a observar lo que ocurre dentro del núcleo atómico. Por otro lado, las herramientas elaboradas, permiten a los estudiantes medir y explorar el funcionamiento de la radiactividad tanto dentro del aula, como en sus casas y permite que confronten sus conceptos alternativos.

Además, ofrece estrategias específicas para ayudar a los estudiantes a sobrepasar dificultades y desarrollar nuevas ideas. Estas estrategias se pueden encontrar dentro del material del curso y está descrito en la guía al docente para que pueda cumplir con el programa establecido con duración de un semestre.

2.5 Metodologías de enseñanza

De acuerdo a todo lo que se revisó anteriormente, se hace necesario plantear una metodología a utilizar en las futuras clases que se realizarán en esta propuesta. Esto gracias a que la enseñanza de la radiactividad debe seguir una implementación que esté de acuerdo a un contexto social y tecnológico como se ha planteado anteriormente, donde se pueda hacer visibles los procesos nucleares que se llevan a cabo dentro de las centrales nucleares y a nuestro alrededor, al mismo tiempo que se cumple con informar a los estudiantes, para que en el futuro próximo sean ciudadanos capaces de tomar decisiones informadas ante temas como las fuentes de energía que se pueden implementar en el país y cómo estas pueden afectar o en situaciones de riesgo como lo son los tratamientos contra el cáncer y la radioterapia.

2.5.1 Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS)

Cuando se habla de una educación, ya sea con una orientación en ciencias o en humanidades, que contenga una corriente realmente CTS, se debe tener en mente una educación que permita educar ciudadanos que promuevan actitudes responsables respecto al cambio que cada vez es más vertiginoso en las áreas científico-tecnológico, es decir, ciudadanos que lleguen a tener un real interés por la ciencia y la tecnología; que lleguen a desarrollar una comprensión crítica alejada de mitos irracionales que traten en un tema; que se formen una opinión sobre las consecuencias de la ciencia-tecnología al conocer sus pro y sus contras en diversos contextos y la defiendan tratando de alcanzar un consenso; que se involucren en los procesos de tomas de decisiones sobre temas concernientes a política, tecnológica y ambiental (Waks, 1992).

Si se considera la integración de nuevas metodologías pedagógicas en la realización de clases en la educación media para formar estudiantes críticos y capaces de tomar decisiones, no se puede dejar de pensar en crear un ambiente de aprendizaje con orientación CTS. Para ello, es preciso reestructurar los contenidos científicos según las coordenadas CTS; en un primer momento, esta nueva estructuración conviene introducirla de forma paulatina enfocándose sólo para cierta disciplina a enseñar, para luego crear un medio científico pluridisciplinar en donde participen todas las ramas que se impartan en establecimiento educativo. Las formas de estructuración, se pueden remitir a tres grupos (Waks, 1990; Kortland, 1992, Sanmartí & Luján López, 1992):

La estructura CTS que se suele utilizar para presentar la información en los libros de textos escolares que habitualmente ocupan lo que se llama “**injertos de CTS**” donde muestra la

ciencia de un modo sencillo donde se mencionan contenidos CTS para hacer más atractivos los temas netamente científicos, o bien utilizando pequeños estudios particulares de tipo CTS que se introducen a los contenidos formales. Una de las ventajas que tiene este tipo de estructura es que los profesores no requieren una capacitación especial sobre CTS, ya que no hay mayor dificultad al ingresar estos contenidos en el currículum de ciencias predominante. Su objetivo se atañe a producir conciencia en los estudiantes sobre responsabilidades sociales de la ciencia y la tecnología.

Otra de las formas de estructuración es el formato de enseñanza de la “**ciencia y la tecnología a través de CTS**” en donde se elige un problema relacionado con los papeles futuros del estudiante, donde se puedan enfrentar a las temáticas CTS desde un punto de vista de consumidor, ciudadano o profesional. A partir de ahí se selecciona y organiza el saber científico y tecnológico que es preciso para que el estudiante sea apto para comprender el funcionamiento de un aparato, tomar una decisión o concebir un punto de vista sobre una problemática social relacionada con la ciencia y la tecnología. De esta forma, se esperaría que en las clases los alumnos con problemas en las asignaturas de ciencias aprendan conceptos científicos y tecnológicos útiles a partir de este tipo de cursos; el aprendizaje es más fácil, debido a que el contenido está situado en el contexto de cuestiones familiares y está relacionado con experiencias extraescolares de los estudiantes, y que el trabajo académico está relacionado directamente con el futuro papel de los estudiantes como ciudadanos.

Por último, la estructura de “**CTS pura**” es la cual se enseña a través de un espacio donde el contenido científico tiene un papel secundario y que en algunos casos se incluye para enriquecer la explicación de contenidos CTS, en otros se mencionan pero no se explican. Se utiliza la historia y la sociología de la ciencia y la tecnología para mostrar cómo en el pasado y en el presente se han afrontado disputas sociales ligadas a la ciencia y la tecnología.

En Chile se ha implementado un currículum que apunta a la primera de las estructuras mencionadas, injertos de CTS, ya que se suelen observar en los textos de estudio para el estudiante algunas contextualizaciones históricas, por lo que ya se estaría en condiciones de aumentar el nivel trabajando con la segunda estructuración.

En cuanto a la frontera de la educación, hay programas universitarios de pre o post grado cuyos objetivos son, por un lado, proporcionar una formación humanista como complemento curricular para estudiantes de ingeniería y ciencias experimentales para que desarrollen una sensibilidad crítica acerca de los impactos sociales y ambientales derivados de la implementación o creación

de tecnologías para transmitir una imagen realista de la ciencia y la tecnología, así como del rol político de los expertos en la sociedad. Por otro lado, se trata de ofrecer una noción básica sobre ciencia y tecnología a los estudiantes de humanidades y de ciencias sociales, para proporcionarles una orientación crítica y una opinión informada sobre las políticas tecnológicas que los afectarán como profesionales y como ciudadanos. Esta educación debe capacitarlos para participar fructíferamente en cualquier controversia o discusión institucional sobre tales políticas (Luján & López, 1996).

Ahora ¿Cómo implementar la renovación educativa mencionada? Con lo señalado inicialmente, una renovación CTS en educación no puede limitarse sólo a cambios organizativos y de contenido curricular, también debe abarcar la metodología educativa (Luján & López, 1996).

Para empezar, desde una mirada CTS se debe entender que el objetivo general del docente es incentivar una actitud creativa, crítica e ilustrada, y no la trasmisión de información estructurada: si no se desarrolla en los estudiantes técnicas de búsquedas, recuperación y organización de la información, se habla de un fracaso en la escuela (Vilches & Furió, 1999), por lo que no queda exento el uso de textos informativos, extractos de libros, noticias, etc. Fomentar las capacidades críticas y creativas que permitan al estudiante organizar y desarrollar la información como conocimiento personalizado que pueda ser de utilidad en la posterior vida laboral es lo fundamental, como Alfred Binet lo enuncia ochenta años atrás *“los estudiantes deben aprender a aprender como objetivo primario”* (citado por Luján & López, 1996). Se debe comprender la misión del educador como una concepción que consiste en crear sistemas que sean “justos” en el sentido burocrático de la palabra para la transmisión de contenidos (Carr & Kemmis, 1986).

Además, el trabajo CTS en aula se encausa a través la vía de trabajo colaborativo por lo que más bien esboza una clase elaborada colectivamente por los participantes y sin necesidad de sólo ser adjudicada a un profesor, aunque él sea el responsable de no limitarla a un intercambio de opiniones. Esta construcción colectiva articula el conocimiento con argumentos y contraargumentos que sólo tienen sentido en tanto sean orientados con problemas iniciales. Por este motivo, se sugiere comenzar la clase presentando un conjunto de problemas interrelacionados para mostrar la complejidad de los contenidos a abordar, relacionados con un contexto peculiar en el que adquieran significado (Luján & López, 1996).

Así mismo, la resolución de problemas no debe depender únicamente del profesor, como si este fuera un solucionario; lo central de la clase es la generación de conflicto, la negociación y el consenso, ya que esto forma parte de la ciencia en sí y se puede realizar una interpretación de

la realidad desde diversos puntos de vista. Lo importante es que los estudiantes participen diligentemente en la organización de la información y los cánones de decisión para que la resolución de problemas sea realizada de manera colectiva. Oportunamente, el profesor tiene un papel distinguido donde supervisa las negociaciones organizando su desarrollo y proporcionando experiencias: se puede traducir el rol del docente como facilitador de los materiales conceptuales y empíricos para la construcción de puentes argumentativos, reflejando así pedagógicamente el esqueleto lógico de los procesos científico-tecnológicos reales y potenciando la discusión argumentada que haga posible el consenso como resultado final (Luján & López, 1996).

Continuando con lo anterior, se deben realizar evaluaciones formativas en ciencias de manera que estas sean herramientas para mejorar las competencias académicas mientras se desarrolla la evaluación, interrelacionando contenidos ya adquiridos, transfiriendo el conocimiento en caso de aplicaciones prácticas y el ejercicio de la capacidad crítica. De esta manera, es una forma no tradicional para evaluar una mayor cantidad de habilidades (Luján & López, 1996).

Algunas de las tácticas para promover el pensamiento creativo, crítico e interpretativo es organizando una clase centrada en la discusión de uno o dos conceptos claves introducidos mediante un problema que resulte familiar para los estudiantes con el fin de bosquejar tales conceptos y proporcionarles el conocimiento de este, para luego centrar la última parte de la clase en la discusión por grupos. Una táctica para desarrollar el pensamiento crítico es la realización de ensayos, que además resulta una posibilidad para estimular la autoconfianza, la creatividad y el sentido crítico sobre un tema complicado que haya surgido en clases, constituyendo una actividad voluntaria fuera de esta; se sugiere ser pedido en un plazo breve y que su formato sea de poca extensión y con poco uso de bibliografía. Otra de las actividades que implican al estudiante en su propio aprendizaje es el hecho de participar en ciencia en vivo, como en charlas, laboratorios guiados por expertos o asistiendo a museos, por lo que en este caso el profesor debe escoger las actividades con sentido crítico (Luján & López, 1996).

No hay que olvidar que todo lo anterior debe ser concebido como un ecosistema en el que sus distintas partes se encuentran íntimamente interconectadas (McComas, 1992), por lo tanto, todos los sectores de la educación deben estar incluidos.

Ocupar problemas en clases es bastante útil, pero estos deben surgir en la propia práctica educativa para que puedan corresponder adecuadamente a los objetivos de la clase. El profesor sugiere estas problemáticas, pero son los estudiantes los que las deben considerar

relevantes para que surja la curiosidad para la investigación, examinar sus creencias, valores y crear nuevos marcos de pensamiento (Carr, 1989).

Cabe señalar que un enfoque CTS en el ámbito de la radiactividad conduce al impacto nacido debido a las investigaciones enmarcadas al núcleo atómico, surgiendo lo que luego se puede denominar el concepto formal científico.

Considerando un contexto a finales de los años cuarenta, donde los científicos e ingenieros nucleares manifestaron una progresiva inquietud debido al alcance político de las armas nucleares. Para científicos como Einstein, las armas nucleares “alteraban esencialmente la condición humana y demandaban un nuevo modo de pensamiento” y gracias a más científicos que comprendían la importancia de la responsabilidad que la ciencia contrae en la sociedad, se puso en marcha el Bulletin of atomic scientists en 1945 inmediatamente después de la explosión de la primera bomba atómica como una medida para abrir el diálogo sobre este tema. Por otro lado, en 1955 surgió el movimiento Pugwash debido al manifiesto publicado por Albert Einstein y Bertrand Russell como respuesta a las pruebas nucleares con bombas de hidrógeno. A finales de los cincuenta y principios de los sesenta ambos movimientos contribuyeron a la protesta pública contra las armas nucleares, que finalmente condujo al tratado de limitación de pruebas nucleares en 1963, plasmando esta “nueva forma de pensamiento” propuesta años antes. No se puede negar que esta medida se debe en primera instancia a buscar una solución tecnológica a un problema que tenía magnitud social (Mitcham, 1996).

Por otro lado a fines de la década de los setenta se produce un movimiento relacionado con el movimiento ambiental contra la energía nuclear y una protesta contra el desarrollo de una nueva generación de armas nucleares. El tema de la energía nuclear fue dramatizado por el accidente en la central nuclear de Three Mile Island, Estados Unidos en 1979, como también por el desastre que tuvo lugar en Chernóbil (ex Unión Soviética) en 1986 (Mitcham, 1996).

Con el fin de la guerra fría en 1989, la discusión entre una tercera fase y el énfasis se desplaza hacia los problemas de desmantelamiento y destrucción de las armas nucleares, las amenazas de la proliferación nuclear y hacia los peligros de la presunta necesidad de la energía nuclear.

Las cuestiones éticas fundamentales que reaparecen con diversos énfasis en todas las fases de estas discusiones (Mitcham, 1996), puede resumirse como:

- ❑ ¿Han alterado la condición humana las armas nucleares? De ser así ¿De qué modo?

- ❑ Dadas las consecuencias transnacionales y transgeneracionales de las pruebas de armas nucleares, ¿son estas pruebas moralmente legítimas?
- ❑ ¿Bajo qué circunstancias es moralmente justificable el uso de armas nucleares?
- ❑ ¿Es moral la práctica de la disuasión nuclear? ¿Bajo qué circunstancias, si es que hay alguna, es moralmente aceptable la amenaza del uso de las armas nucleares?
- ❑ ¿Cómo deberían tomarse las decisiones acerca de la construcción y operación de las centrales de energía nuclear? ¿Cuál es el nivel adecuado de seguridad en el funcionamiento de las centrales de energía nuclear?
- ❑ ¿Qué debería hacerse con los desechos nucleares de los programas de desarrollo militares y civiles? ¿Cómo deberían tomarse las decisiones acerca de los depósitos de residuos nucleares.
- ❑ En general, ¿cómo deberían compartirse los beneficios y riesgos de la energía nuclear?

Esta discusión, aún está abierta ya que no se ha llegado a un consenso total en la actualidad.

2.5.2. Tecnología de la Información y la comunicación (TIC)

A pesar de que la tecnología ha ido influyendo en la educación de forma silenciosa y continua, hoy los profesores se han integrado al mundo de las tecnologías y los simuladores en la enseñanza para poder explicar conceptos cada vez más complejos y abstractos (Amadeu & Leal, 2013), como pueden ser el concepto del modelo atómico y las distintas teorías del modelo del núcleo del átomo. Como exponen Amadeu & Leal, en su artículo del año 2013: “*Ventajas del uso de simulaciones por ordenador en el aprendizaje de la física*”

“Las posibilidades de usar los ordenadores como una herramienta pedagógica se han discutido desde hace varias décadas. Entre estas posibilidades, la simulación de experimentos de física ha sido lo más explorada. La simulación de experimentos de física ha permitido el estudio incluyendo condiciones que serían difíciles, o incluso imposible, de aplicar en la práctica. El uso de programas de simulación posibilita una mejor comprensión de algunos fenómenos físicos, ya que permite incluir elementos gráficos y animaciones en el mismo entorno” (Amadeu & Leal, 2013, pág. 179).

Es por ello que las TIC o Tecnologías de la Información y la comunicación, se han vuelto tan importantes en la educación, la creación de entornos de control en ambientes seguros donde trabajar brinda una comprensión totalmente nueva sobre el funcionamiento del mundo y hace

que los estudiantes puedan visualizar aquellas cosas que no se puede a simple vista, como lo son los mismos átomos y sus constituyentes.

Esta misma instancia segura permitiría realizar los experimentos más difíciles de mostrar a los estudiantes (Amadeu & Leal, 2013), como pueden ser el experimento de Rutherford y el descubrimiento del núcleo atómico o como se produce el decaimiento radiactivo junto con las cadenas que lo representan. Estas condiciones donde la radiactividad se hace presente, conllevan una mayor dificultad de manejo y un mayor peligro hacia los estudiantes si estas se pudieran realizar en las aulas de clases.

Al suplir estas dificultades físicas con el uso de simuladores se puede apuntar a un aprendizaje de los estudiantes, en donde los errores de visualización y conceptualización estén disminuidos. Aun así, no existe la seguridad de que el uso de simuladores apoye un aumento en el aprendizaje (Chang et. al., 2008, citado en Amadeu & Leal, 2013). A pesar de todo lo anterior, el uso de simuladores es un aporte beneficioso en los estudiantes con tendencias más artísticas o en contextos diferentes de enseñanza.

A su vez, el uso de los simuladores puede conectar las escuelas con el medio en el que están insertas, sin ir más lejos el uso de las TIC y de simuladores que pueden estar disponibles para dispositivos móviles como celulares, laptops, tablets u otros, hacen posible que los estudiantes actúen como educadores de su entorno cuando necesiten explicarle a los familiares o amigos, sobre las distintas implicaciones de la física en la vida cotidiana. Con las TIC's se logra que los estudiantes se transformen en "científicos" para alguien más por el simple hecho de explicar la ciencia a otra persona desde su punto de vista, apoyándose en el uso de las TIC's en este proceso.

Es por ello que se pueden mencionar tres razones de importancia ante el por qué se debe educar con las TIC's:

- ***"Razón 1: Alfabetización digital de los alumnos. Todos deben adquirir las competencias básicas en el uso de las TIC.***
- ***Razón 2: Productividad. Aprovechar las ventajas que proporcionan al realizar actividades como: preparar apuntes y ejercicios, buscar información, comunicarnos (e-mail), difundir información, gestión de bibliotecas, entre otros.***
- ***Razón 3: Innovar en las prácticas docentes. Aprovechar las nuevas posibilidades didácticas que ofrecen las TIC's para lograr que los alumnos realicen mejor aprendizaje y reducir el fracaso escolar"*** (Graells, 2012; pág. 10).

Es por estas razones fundamentales que se debe educar en el uso de las TIC's. Razones similares se exponen en el texto *Uso de las TIC en educación, una propuesta para su optimización* de Delgado, Arrieta & Riveros (2009), donde se explica que una razón fundamental en la enseñanza de las TIC's es el educar a los estudiantes en el uso del internet y de los recursos digitales, para que tengan un uso óptimo y no caigan en el uso tergiversado de la internet como es el acceder a contenidos inadecuados, contactos con usuarios desconocidos, compras descontroladas, entrada de malware en el computador, adicción al internet, entre otros (Delgado, Arrieta & Riveros, 2009).

Si se logra formar conciencia a lo anterior y se agrega que con las TIC's se pueden generar espacios donde se modeliza la realidad, se estaría preparando a los estudiantes para el mundo laboral y el entorno en el que habitan. El uso de las TIC's no debe estar enfocado únicamente para las asignaturas de los centros educacionales, sino que debe enfocarse como una herramienta para que los estudiantes, padres y apoderados tengan un conocimiento apropiado ante situaciones que permitan el uso de estos elementos (Graells, 2012).

En Venezuela una encuesta realizada por Tendencias Digitales el año 2003 (citado por Delgado, Arrieta & Riveros, 2009), arrojó que el 63.7% de la población utiliza internet para buscar información y un 61.4% lo utilizaba para enviar y recibir correos. Esto no es muy lejano a lo que se vive hoy en Chile, donde los estudiantes tienen una concepción del internet centrado en las redes sociales, juegos online y donde la búsqueda de información queda relegada a un plano menos importante. Debido a esto, se debe cambiar la visión del uso que se le da al internet.

Es por ello que el Centro Nacional de Tecnologías de Información expone que: *“Las tecnologías de la información aportan a la educación una nueva dimensión, las posibilidades de compartir, de transferir información y conocimientos básicos, facilitan el acceder a nuevas fuentes de saber, aumentando la capacidad de aprender”* (CNTI, 2004; citado por Delgado, Arrieta & Riveros, 2009; pág. 61). Así mismo, Graells (2012) determina que la asimilación natural de las nuevas tecnologías por parte de los jóvenes es en su vida y en su comunicación. Por ello, la educación debe aprovechar estos elementos, salir de la tradicionalidad y trabajar en estos nuevos ambientes de aprendizaje donde los jóvenes se sienten en mayor conformidad y adaptabilidad.

La educación con base en TIC's a pesar de no mostrar una mejoría trascendental con respecto

a la tradicional, ya que los estudiantes que estaban involucrados en TIC's en la enseñanza, solo se encuentran dos o cinco puntos por encima de los que aprenden con la educación tradicional en las escuelas (Amadeu & Leal, 2013). Por otro lado las TIC's ayudan a la comodidad de los estudiantes, donde su trabajo pueda realizarse de manera más confortable.

2.5.3 Modelización

Debido a que ha existido una exigencia tácita en cuanto a la reformulación de la enseñanza de las ciencias para los niños y jóvenes del siglo XXI, es que nace la modelización para atender las necesidades, intereses y aspiraciones de los jóvenes ciudadanos y que además logren desarrollar destrezas de comunicación, adaptación y un compromiso con el aprendizaje mutuo (Millar & Osborne, 1998, citado por Justi 2006).

El significado que se considera en esta metodología didáctica para la palabra "modelo" consiste en una representación de un sistema, acontecimiento, proceso, objeto o idea, creado con un objetivo específico (Gilbert, Boulter & Elmer, 2000, citado por Justi 2006). Además, es importante destacar que una representación también "abstrae de" y "traduce de otra forma" la naturaleza de una entidad a estudiar (Justi, 2006).

La modelización guía la participación de los estudiantes en las prácticas epistemológicas. De esta forma, se deben preparar las clases con actividades que potencien la construcción del modelo científico que se quiera enseñar. También se puede entender modelo como una representación que sirve para predecir y explicar fenómenos. Estos modelos, sólo pueden ser de carácter empírico, es decir, que describan patrones o regularidades inferidas de datos obtenidos a través de la experimentación (Koponen, 2007, citado por Couso, 2014). Para poder construir modelos no sólo hay que basarse únicamente en datos obtenidos de la experimentación, se sabe que éstas suelen tener limitaciones inherentes al aula, porque el quehacer científico no sólo se limita a la toma de datos o los resultados, sino también a conclusiones científicas derivadas del experimento y a la reflexión sobre el uso que esto puede conllevar en el presente y en un futuro.

Poner la construcción de modelos y teorías en el centro de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias lleva a la pregunta sobre qué modelos y teorías se estará refiriendo, sobre todo si se quiere lograr definir un fenómeno como lo es la radiactividad.

Subyacente a la idea de utilizar pocos pero muy potentes modelos centrales, es la necesidad de plantearse su enseñanza de manera gradual y progresiva. Puesto que estas estructuras de

contenido son complejas, se puede inducir a la apropiación profundamente constructiva de herramientas intelectuales que se van representando en el aula con el nivel de formalidad necesario para cada problema y cada momento de aprendizaje (Aduriz-Bravo & Izquierdo-Aymerich, 2009, citado por Couso, 2014). Dicho de otra forma, la enseñanza de modelos irreductibles deberían pensarse como una auténtica progresión de aprendizaje de los mismos, es decir, a lo largo de la escolaridad tradicional.

Entender que estos modelos o teorías deben ser construidos por los estudiantes en pasos o versiones sucesivas, de manera acumulativa y de forma que cada vez permitan dar cuenta de más fenómenos, o de los mismo fenómenos de forma más sofisticada, es lo que hace que a pesar de haber pocas ideas centrales el currículum siga siendo rico y por tanto demandante de tiempo y esfuerzo para profesores y estudiantes.

Cabe señalar que pese a que la tradición de enseñanza de las ciencias modelizadora trate de involucrar continuamente un contacto con el fenómeno a modelizar, no siempre se ha planteado para resolver un problema o responder una pregunta investigable. Por otro lado, la modelización y la argumentación aparecen interrelacionadas entre sí, como lo están en el quehacer científico real (Sanmartí, 2005).

En este sentido, los modelos proveen los marcos de referencia con los que focalizar la mirada del fenómeno y con los que generar hipótesis testeables, sea con un experimento real o mental. Los modelos también actúan como referentes en la interpretación de los datos y se usan precisamente para que esos datos puedan entenderse como pruebas de algo (el modelo). Estos modelos no solo son puramente descriptivos o empíricos, sino también interpretativos y conjeturales; los argumentos para estos modelos incluyen observaciones que sustentan explicaciones que involucran entidades o procesos no observables.

Los autores suelen hablar de "conversaciones" que sustentan la indagación centrada en modelizar: establecer los parámetros generales; organizar lo que se sabe y se quiere saber; generar hipótesis; buscar pruebas, y construir un argumento. Con lo anterior, se refuerzan actividades como:

- Los estudiantes formulan un modelo mental preliminar en el contexto de un fenómeno.
- Los estudiantes revisan sus modelos mentales de acuerdo con las nuevas pruebas, obtenidas de la experimentación real o mental propia o de otros.
- Los estudiantes revisan sus modelos mentales de acuerdo a la perspectiva

científica.

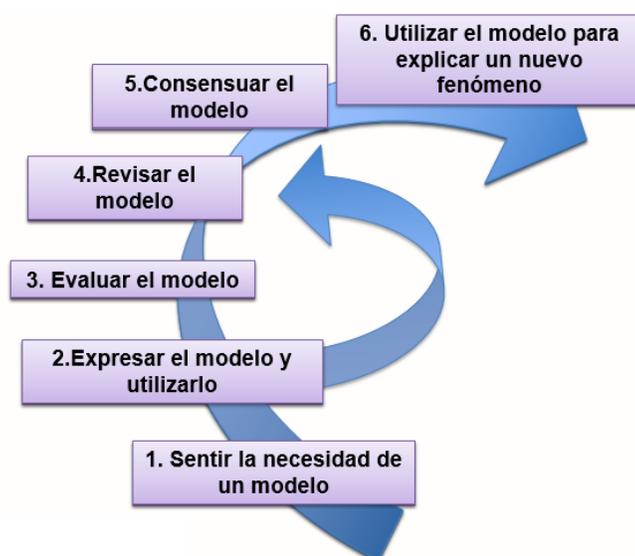
- Los estudiantes usan sus modelos mentales revisados para enfrentarse a una nueva tarea o fenómeno de forma problematizada.

Esta metodología tiene por objetivo que los estudiantes expresen sus modelos iniciales, que los enriquezcan y que sientan la necesidad de seguir modificándolos.

Es así como también se ha propuesto el siguiente diagrama que reduce los pasos definidos para modelizar (Garrido, 2016):

Imagen 2.5.3.1

Etapas del ciclo modelizador



Donde los pasos a constatar, consisten en:

- 1.- Sentir la necesidad de un modelo: presentar un fenómeno a explorar y plantear una pregunta que requiere de una explicación.
- 2.- Expresar el modelo inicial: Demandar la expresión explícita del modelo inicial.
- 3.- Evaluar: Poner a prueba el modelo de forma empírica o teórica.
- 4.- Revisar: Generar o aportar nuevos puntos de vista, favoreciendo la comparación de ideas entre pares.

5.- Consensuar un modelo final: Facilitar la estructuración de las ideas individuales en un modelo final consensuado.

6.- Utilizar el modelo para predecir o explicar un nuevo fenómeno: Promover la transferencia para aplicar el modelo a nuevas situaciones.

2.5.4 Otras metodologías

A pesar que existen muchas metodologías de enseñanza, como las ya descritas propuestas de CTS, TIC's y Modelización, hay conceptos importantes dentro de la educación y de las mismas metodologías que son relevantes de tratar y de comprender a la hora de realizar una clase o una serie de clases como las que se proponen más adelante.

Así, es importante entender conceptos intrínsecos como los son, la naturaleza de la ciencia y la alfabetización científica de los estudiantes. Es por eso que la naturaleza de las ciencias, en general, es un concepto tratado muy poco en los establecimientos educacionales, pero hay que considerar que la ciencia es una forma de comprensión humana del entorno y, a pesar que en las escuelas se enseña el "método científico" como un proceso ordenado de investigación donde todo es algo predispuesto, no se representa la verdadera naturaleza variante e impredecible de la ciencia real. Es por ello que la metodología de la modelización y su necesidad de describir un modelo, son esenciales para potenciar la verdadera naturaleza de la ciencia en las escuelas o cualquier centro educacional, ya sea de enseñanza media o superior.

Es este tipo de metodologías, como la modelización, la que permite ingresar al mundo de la ciencia mucho más profundamente, ya que es una metodología variante, donde las etapas que están preestablecidas pueden variar si es que no aportan a la comprensión y creación del modelo que se desea trabajar durante la clase.

Con ello se trabaja y se realiza un aporte sustancial a la alfabetización científica del país. Antonia Larraín expone en su trabajo *"El rol de la argumentación científica en la alfabetización científica"* (2009) algunos datos relevantes para el país: *"En el caso del TIMSS (Estudio de las Tendencias en Matemáticas y Ciencias) del año 2003 (Mineduc, 2004b) el 44% de los estudiantes chilenos sólo muestra un conocimiento científico inferior al mínimo que permite describir la misma prueba, y el 51% está entre el nivel de logro inferior y el intermedio (32% y 19% respectivamente)"* (Larraín, 2009; pág. 174).

Estos datos son preocupantes, ya que demuestran que los estudiantes no tienen una

comprensión del funcionamiento de los teoremas, teorías y leyes de la ciencia moderna, al igual que demostró la prueba PISA del año 2006, donde Chile se encuentra con puntajes bajo los recomendados por la OCDE.

Uno de los pilares fundamentales de la alfabetización científica y de la naturaleza de la ciencia es la argumentación de los procesos que conlleva todo conocimiento científico. Es esencial tanto para la ciencia como en lo social la argumentación.

“La argumentación es un componente esencial de la comunicación humana. La capacidad de apoyar y contrarrestar ideas es fundamental para la vida social. Las habilidades de elaborar puntos de vista con respecto a los objetos del mundo y defender esos puntos de vista ante posibles visiones alternativas (o ideas que contradicen e incluso critican posiciones que están siendo defendidas), son centrales para la comprensión del mundo natural y social” (Larraín, 2009; Pág. 183).

Según Larraín, la argumentación es uno de los pilares fundamentales de la sociedad y de su funcionamiento, lamentablemente la argumentación por parte de los estudiantes chilenos, como a quedado demostrado en PISA y TIMSS, no es un pilar fundamental.

Es por ello que para fomentar e intensificar la fundamentación por parte de los estudiantes, existe un método llamado CRITIC, el cual consiste en dar respuestas a ciertas preguntas dando a conocer los argumentos que la respaldan, pero al mismo tiempo poniendo en juego los posibles argumentos en contra de la respuesta dado, como se muestra a continuación.

Tabla 2.4.5.1

Resumen para trabajo de CRITIC

Mi idea es...
Mis razones son...
Argumentos en contra de mi idea pueden ser...
Convencería a alguien que no me cree con...
La evidencia que daría para convencer a otro es...

Así, el estudiante que utilice este apoyo para sus respuestas tendrá una guía para poder argumentar con base en lo que haya leído, visto o aprendido durante las clases.

Por último, siempre es bueno ocupar nuevas metodologías para reforzar lo aprendido en clases, como lo es el uso de mapas mentales. Un mapa mental es un método de análisis que permite organizar con facilidad los pensamientos y utilizar al máximo las capacidades mentales, siendo la forma más sencilla de gestionar la información en el cerebro y el exterior, porque es un instrumento eficaz y creativo para tomar notas y planificar los pensamientos (Buzan, 2002).

La estructura de un mapa mental debe ser natural, compuestas por ramas que nacen de una imagen central que corresponde al concepto general, usando colores, símbolos, dibujos y palabras que se entrelazan con conceptos claves que se interrelacionan (Buzan, 2002).

Los mapas mentales:

- Potencian la creatividad
- Ahorran tiempo
- Solucionan problemas
- Concentración
- Organizan más eficientemente las ideas
- Aclara los pensamientos
- Permiten estudiar más rápido y eficientemente
- Permiten recordar mejor
- Generan una visión global de las cosas
- Ayudan a planificar
- Ayudan a comunicar de forma efectiva

Los problemas de tomar los apuntes de forma lineal, se remite a memorización de conceptos y a una cronología aburrida y monótona (Buzan, 2002).

Capítulo 3: Propuesta didáctica para la enseñanza de la Radiactividad

Considerando lo mencionado anteriormente, se hace imperativa la creación de un material didáctico que cumpla con los requisitos que se plantearon en los capítulos anteriores, implementando:

- Uso de tecnología en el aula, ya que permiten una cercanía con los conceptos tratados de forma segura, con representaciones acorde al modelo que se quiere potenciar en el aula, donde los estudiantes puedan trabajar en un entorno que para ellos es confortable. Como la mayor parte de ellos son nativos digitales, se puede asegurar que el manejo de cualquier tecnología como el celular, Pizarra Digital Interactiva, Laptop u otro elemento no será un impedimento en su aprendizaje y se fomenta el uso seguro de estos instrumentos y alfabetizando a los estudiantes en su uso académico (Graells, 2012).
- Utilizar una mirada CTS, porque proporciona una contextualización de los contenidos a estudiar por parte de los jóvenes y ayuda a potenciar la alfabetización científica. Esta mirada, se encauza a través la vía de trabajo colaborativo por lo que más bien esboza una clase elaborada colectivamente por los participantes y sin necesidad de sólo ser adjudicada a un profesor. Además, integra una clase cuyo objetivo general del docente es incentivar una actitud creativa, crítica e ilustrada.
- Uso de la metodología de la modelización para estructurar las actividades a implementar para que guíen el desarrollo de la clase y ayude a potenciar el modelo sobre radiactividad que se quiere que los estudiantes aprendan. Esta metodología tiene por objetivo que los estudiantes expresen sus modelos iniciales, que los enriquezcan y que sientan la necesidad de seguir modificándolos; comprende 6 etapas que ayudan a construir el concepto y contenido que se quiere potenciar con nuestra propuesta.

Por lo tanto, las clases se enmarcan dentro de una mirada de pedagogía progresista donde se promueve la actividad del estudiante dentro del aula de clases (Narváez, 2006) con actividades que tienen un contexto cercano (temporal y físico) al estudiante, donde se aprovecha la oportunidad para desmitificar aquellos conceptos que puedan haber aprendido los estudiantes, mediante los medios de comunicación (Gutiérrez, 2000) o por la desinformación del entorno en el que viven los estudiantes.

3.1 Propuesta general de las clases a desarrollar.

Se plantea ahora la estructura que tendrán las clases y cómo éstas se llevarán a cabo, dentro de lo posible, en el aula.

El modelo de la clase se realizará a partir de lo señalado en el apartado sobre CTS, en donde se menciona que las clases deben estar orientadas, a lo más, en la enseñanza de dos conceptos claves, porque los estudiantes tendrán el tiempo de bosquejar aquellos conceptos confrontándolos con el conocimiento que tienen, por lo que cada clase se planificará para revisar dos conceptos que estén ligados y para ello se propone dividir cada clase en dos instancias, donde los estudiantes trabajarán en diversas actividades para tratar el contenido a tratar.

Las actividades propuestas se trabajarán grupalmente, por lo que es necesario que exista una guía para cada estudiante que los acompañará en el desarrollo de las tareas expuestas para las clases.

Por otro lado, como para este contenido es complicado de realizar experiencias de laboratorio, se decidió optar por el uso de aplicaciones para el celular donde los estudiantes podrán observar, analizar y distinguir diversos procesos que se producen en los temas tratados en clases. Además, se diseñaron videos explicativos con la materia a trabajar y así hacer visual la temática a explicar.

Para finalizar, para la clase de evaluación, se dan a conocer dos propuestas de evaluación con enfoque CTS distintas, para que el profesor a cargo de realizar la clase estime cual es la más conveniente para trabajar con su propio curso.

Las clases están diseñadas de manera tal que los estudiantes sientan una progresión en el estudio de la radiactividad y de los términos que se están trabajando. Así mismo las clases están divididas en dos partes de cuarenta y cinco minutos cada una donde se trata un tema específico para cada uno de los cuarenta y cinco minutos.

Se puede explicar esto como:

- **Inicio (10 minutos):** En cada principio de la clase, el profesor expondrá a los estudiantes las actividades que serán desarrolladas en ésta, explicando si se ocupará una guía para las actividades, se verán videos o se trabajará con aplicaciones desde el celular o

computador, otorgando la instancia para que de indicaciones de convivencia al recordarles compartir sus ideas, hablar de forma clara y concisa, respetar a sus compañeros, etc. Además, será el momento indicado para elegir al presidente de grupo.

- **Desarrollo (60 minutos):** En esta sección el profesor otorga indicaciones para formar los grupos de trabajos de los estudiantes y hace entrega de la guía a utilizar, leyéndola docente y estudiantes en conjunto y da inicio con el primero de los temas principales que atañen a la sesión, donde se trabaja con la guía específica de la clase, junto con la TIC's correspondiente. Luego del desarrollo de esta parte, el profesor toca el segundo tema de la clase ligándolo al de la primera parte. Continúa el trabajo de la guía en grupos para concretar el concepto.

- **Cierre (15 minutos):** En esta parte, el docente pide a los estudiantes que realicen un breve resumen oral sobre lo trabajado en clases. Además, los estudiantes responden una pregunta con motivo del tema que se verá en la siguiente clase. La pregunta tienen por finalidad que el docente se entere de los preconceptos que tienen los estudiantes con respecto a la temática a tratar en la clase y si la respuesta a esta misma pregunta formulada posteriormente a tener la clase se haya encaminado a una contestación afinada al modelo potenciado.

Cada una de las clases mencionadas anteriormente contará con guías tanto para el docente como para el estudiante. Ambas guías son idénticas en cuanto a las actividades y preguntas, pero con la diferencia que la guía del docente contiene comentarios y asignaciones de tiempo recomendados para cada una de las actividades, las cuales aparecerán enmarcadas de la siguiente forma y además tiene las respuestas esperadas para las preguntas pertinentes.

Imagen 3.1.1

Cuadro con instrucciones al docente



3.1.1 Objetivos para las clases

Con base en las propuestas didácticas revisadas (Luján & López, 1996), se presentan un esbozo de objetivos que se pueden ocupar para la realización de las actividades en las clases:

1. Comprender la influencia de la ciencia y la tecnología en la evolución de sociedades.
2. Analizar y valorar las repercusiones sociales, económicas, políticas y éticas de la actividad científica y tecnológica.
3. Aplicar los conocimientos científicos y tecnológicos a problemas sociales.
4. Utilizar los conocimientos CTS para adoptar posiciones frente a problemas mundiales.
5. Valorar críticamente las capacidades y limitaciones de la ciencia y la tecnología para proporcionar mayor bienestar social.
6. Adquirir conciencia de los problemas ligados al desarrollo desigual.
7. Analizar y evaluar críticamente la correspondencia entre necesidades sociales y desarrollo tecnológico, valorando la participación ciudadana como forma de ejercer un control democrático del mismo.

Se puede observar que los objetivos ayudan a que problemáticas detectadas, como la connotación que los estudiantes le otorgan a la radiactividad, y además ayudan a seguir la línea que se planean en los Aprendizajes Esperados propuestos por el Ministerio y a complementar lo que los estudiantes debieran lograr.

Además, siguiendo en el contexto investigado anteriormente, los contenidos que se pueden considerar a impartir, podrían ser:

1. Una perspectiva histórica de la relación ciencia, tecnología y sociedad.
2. El sistema tecnológico y el sistema productivo.
3. Repercusiones sociales del desarrollo científico y técnico.
4. Control social de la actividad científica y tecnológica.
5. Reflexiones filosóficas sobre el desarrollo científico y tecnológico.

Con estas ideas en mente se pueden orientar las actividades y las clases, para seguir una vía alternativa de enseñanza que implique una reorientación curricular para que suponga un cambio de concepción respecto de la ciencia y la tecnología al vincular estas actividades con problemas sociales relacionados con el entorno del estudiante.

3.1.2 Forma de trabajo grupal

Cada una de las actividades a realizar por parte de los estudiantes están planificadas para que las trabajen de forma grupal. Para que se pueda hablar de un buen desempeño, se piensa necesario concurrir a que cada integrante del grupo tenga un rol específico que permita su participación en el grupo con tareas concretas a aportar en la discusión. Es imprescindible señalar que estos roles se irán rotando de clase a clase, para que el estudiante pueda ocuparse de una tarea específica distinta cada vez. Por otro lado, cada rol cumple con reforzar una actitud en los estudiantes que es necesaria para su desarrollo como científico, estudiante y persona, al orientar las clases hacia la alfabetización científica de cada uno de los estudiantes.

Los roles definidos son los siguientes:

- **Presidente:** Es el encargado de elegir el rol que tendrá el resto de sus compañeros en el grupo, ya que como se relaciona directamente con ellos posee el conocimiento de las características. Además, es el encargado de expresar con palabras el consenso que se tenga luego de la discusión sobre un tema específico tratado en las actividades. En la primera clase es elegido por el profesor. Actitud: Originalidad.
- **Secretario:** Será aquel estudiante que se dedique a escribir las respuestas consensuadas luego de la discusión grupal en la guía que será entregada al profesor. Actitud: Responsabilidad.
- **Moderador de discusión:** Este rol consiste en permitir la conversación que surja en el grupo sea lo más respetuosa posible, ayudando a que sus compañeros se turnen para hablar. Actitud: Flexibilidad.
- **Moderador de tiempo:** El estudiante que tenga este rol se preocupará en que se avance en las actividades, evitando que se estanquen en alguna pregunta, que se distraigan al usar las aplicaciones, etc. Actitud: Rigor.
- **Supervisor:** Es aquel estudiante que estará atento a que el resto del grupo escriba y trabaje en su propia guía, para evitar terminar la clase con sólo la guía que será entregada al profesor terminada. Actitud: Perseverancia.

De esta forma, dependiendo de la cantidad de estudiantes que haya en los grupos, se pueden fusionar algunos roles o separar alguna de las funciones.

3.2 Secuencia didáctica

A continuación, se expondrá de manera más extensa cómo se desarrollarán cada una de las clases y los temas que en ésta se tratarán, haciendo énfasis en la idea primordial o idea fuerza a trabajar durante el transcurso de las clases y que se pretende potenciar con el uso de parte de la metodología de la modelización, junto con ayuda de TIC's y una mirada CTS hacia la ciencia a tratar.

3.2.1 Clase número 1: Mundo Atómico

Esta clase tiene por objetivo que los estudiantes comprendan el desarrollo del conocimiento científico como un proceso de cambio ya que evoluciona debido a los cambios de paradigmas que se dan en la comunidad científica.

La idea del contenido didáctico que se irá construyendo a través del proceso de modelización y se pretende potenciar en clases es la estructura de modelo atómico de Rutherford y la integración que éste puede hacer con lo propuesto después por Bohr, Sommerfeld y Schrödinger. Además, que tienen cabida los dos modelos nucleares: modelo de gota líquida y modelo de capas.

La primera parte de esta secuencia didáctica inicia con esta primera clase que trata sobre el desarrollo de los modelos atómicos, como éstos han cambiado a lo largo de la historia de la física para pasar a explicar la realidad de distintas formas dependiendo de qué características se les atribuye y como va evolucionando el pensamiento junto con eso. Esta clase se basa en el uso de videos, una guía de actividades y las preguntas correspondientes. Los videos se pueden encontrar en los siguientes enlaces:

Video modelo atómico: <https://www.youtube.com/watch?v=W-qYsgPN1NY>

Video modelo nuclear: <https://www.youtube.com/watch?v=wZeX-sVZJAo>

El docente informa a los estudiantes que se trabajarán en grupos de 4 personas, donde a cada estudiante se le entregará una guía que trabajará en forma individual, para luego exponer sus respuestas a sus compañeros y así, por medio de la discusión, se llegue a un consenso, siendo ésta la respuesta final que le entregará al profesor. También se les informa que se verán unos videos en los cuales se explican los diversos tipos de modelos atómicos y nucleares que se han creado para explicar la realidad. Además, el docente determina a los estudiantes que serán los presidentes de grupo para que el resto de sus compañeros lo sepa.

Es necesario que los estudiantes comprendan que al descubrirse la radiactividad, los científicos

comenzaron a preguntarse el motivo por el cual los elementos que llamaron radiactivos tenían características extrañas, como por ejemplo la muestra de radio que los esposos Curie lograron aislar tenía una mayor temperatura que el laboratorio donde trabajaban. Esto se debe a que en ese momento no se comprendía el origen de las radiaciones emitidas por estos elementos, así se dieron cuenta que la energía se emitía en el átomo y que, por lo tanto, estos no tenían una estructura sencilla como se pensaba. Por eso es necesario recordar los distintos modelos atómicos.

A continuación, se inicia la clase con la actividad introductoria, donde los estudiantes se forman en los grupos de trabajo y el profesor hace entrega de la guía leyéndola en voz alta para resolver cualquier duda que ésta puede traer. Para la primera actividad, a los grupos se les entregará dos papeles: uno contendrá el nombre de un concepto a trabajar y el otro constará con la definición de otro concepto. Los estudiantes tendrán 10 minutos para discutir: tienen que llegar a una definición sobre el concepto entregado y llegar a encontrar cuál es la palabra a la que hace referencia la definición.

Luego, se proyectará en la pizarra un mapa donde cada grupo debe pegar su concepto y el grupo que tenga la definición, se parará para ubicarlo donde corresponda. La dinámica que se recomienda, es que, por ejemplo, un estudiante del grupo 1 pegue su concepto nombrándolo y el grupo 2 que piensa que tiene la definición, levanta la mano; a continuación el grupo 1 lee la definición a la que llegaron luego de la discusión y el grupo 2 se levanta para pegar la definición y también la leen.

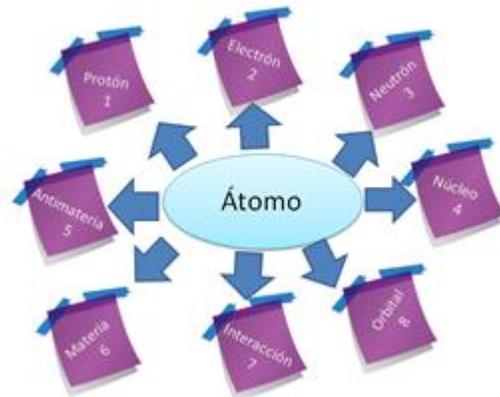


Imagen 3.2.4.1

Proyección en pizarra de los conceptos a trabajar

La segunda parte de la clase está direccionada plenamente con el uso de la guía entregada a los estudiantes. Aquí, el docente se encargará de proyectar un video con el tema de los modelos atómicos que se han propuesto, con lo cual los estudiantes podrán observar los distintos modelos atómicos que se han construido a lo largo de la historia, trabajando en las preguntas correspondientes.

En el video, se expone en principio una breve historia de los científicos que postularon sus

modelos.

Se comienza con Joseph John Thomson que en el año 1897 ya conocía que los átomos son eléctricamente neutros y que los electrones eran partículas cargadas negativamente. Su modelo propuesto, se caracteriza principalmente por tener una esfera de carga positiva y que los electrones estarían presentes en grandes cantidades

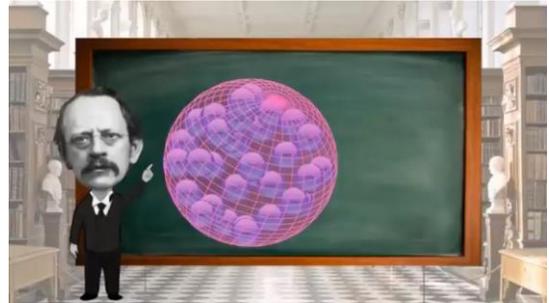


Imagen 3.2.1.2

Video Modelo Atómico, captura minuto 2.26

dentro de ésta, neutralizando la carga, por lo que si un átomo perdía electrones, éste quedaría cargado positivamente y si ganaba electrones adquiriría carga negativa, por lo tanto para Thomson era el déficit o el exceso de electrones lo que confería una determinada carga eléctrica al átomo, expresando que los átomos de los elementos consisten en un cierto número de corpúsculos cargados negativamente encerrados en una esfera de electrificación positiva uniforme aunque hay que señalar que para él la única materia que tienen los átomos era proporcionada por los electrones; de esta forma, el número de electrones para cada átomo se podía calcular teniendo en cuenta la masa del electrón que es unas 200 veces inferior a la masa del átomo más pequeño (hidrógeno), por lo que se deduce que cada átomo debe tener algunos miles de electrones en su interior dispersados de forma ordenada. Este modelo tiene la característica de la simpleza, ya que el único tipo de partículas, los electrones, pueden explicar tanto la masa del átomo como su electrificación. Sin embargo, hacia finales de 1905 resultados experimentales supusieron que el número de electrones en cada átomo no podía ser mayor que algunas decenas, lo que conllevó a pensar que la mayor parte de la masa debía estar contenida en la parte con electricidad positiva.

Se trae a escena a Ernest Rutherford quien realizando un experimento en el cual atravesaba con partículas alfa una lámina delgada de metal y que luego incidían en una placa fotográfica, observándose en ésta el recorrido de las partículas luego de atravesar el metal. Al examinarla, se advertía que la mayoría de las partículas no cambiaban su dirección, pero en los bordes de la placa se veía una zona difusa, por lo que concluyó que de alguna forma algunas de las partículas rebotaban; pensó que si el modelo atómico de Thomson fuese correcto, las cargas positivas y negativas estarían bien difundidas en todo el material y las partículas alfa pasarían casi sin desviarse. Este experimento significó para Rutherford que en alguna parte del átomo

debía existir

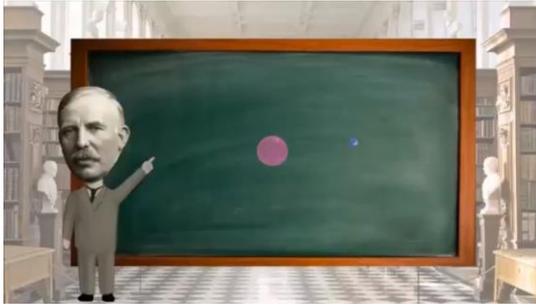


Imagen 3.2.1.3

Video Modelo Atómico, captura minuto 3.58

un núcleo muy denso y cargado positivamente que sería capaz de rechazar las partículas alfa y en 1911 postula el conocido modelo planetario donde ubica las cargas positivas en la parte central del átomo, al cual nombró como núcleo, y a las partículas de carga negativa girando en órbitas circulares alrededor de este. Uno de los problemas

fundamentales relacionados con este modelo atómico es que el movimiento de los electrones al ser circular implica una pérdida de energía que provocaría que la órbita descrita sería cada vez más pequeña, acercándose al centro hasta caer sobre él, lo que conllevaría a una materia inestable debido a la radiación que emitirían los electrones al perder energía.

Luego, en 1913 Niels Bohr trataba de explicar el espectro de los elementos: cuando se le entrega energía a un material de cierto elemento éste emite unos colores determinados que son visualizados en una placa fotográfica como una serie de rayas paralelas donde cada una de ellas corresponde a una frecuencia definida. Él pensó que si los electrones perdían energía, se esperaría que el espectro de luz pasara por todas las energías posibles. Por lo anterior, planteó una hipótesis nueva para formular el modelo atómico, siendo el primero que rompe la analogía entre el movimiento de los astros en el cosmos y el movimiento de los electrones en el átomo; partió de la hipótesis de Rutherford y situó el núcleo con masa y carga positiva en el centro y al electrón orbitándolo y como no se emite ningún tipo de radiación se puede suponer que la órbita es estable. Para obtener el espectro de un elemento químico determinado se le suministra energía, por lo que el electrón sería capaz de orbitar a mayor distancia del núcleo, pero el electrón volvería a su estado inicial fundamental, soltando la energía excedente en forma de radiación, la cual es observada en el espectro. Al proponer Bohr que los electrones sólo podían ocupar órbitas concretas con energías determinadas, se podía establecer que el átomo era estable si se consideraba con una naturaleza discreta.

Ya para el año 1916 Arnold Sommerfeld que también estudiaba los espectros de emisión de los elementos, conocía las potencialidades del modelo atómico de Bohr y sus limitaciones. Una de las principales limitaciones de ese modelo es que sólo puede ser capaz de explicar los átomos

más simples, como el de hidrógeno y solamente de manera aproximada, ya que desde hace tiempo se conocía la denominada estructura fina del espectro, donde cada línea aparece doble y esto no lo explica el primer modelo de Bohr. Así, Sommerfeld realizó dos modificaciones al modelo de Bohr, haciendo una analogía más simples, como el de

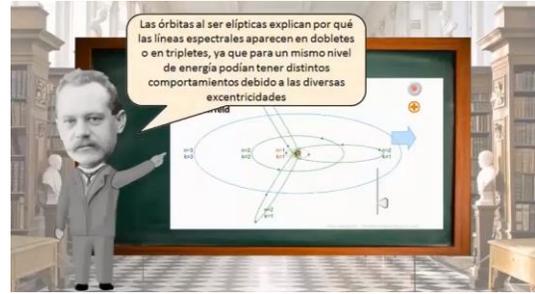


Imagen 3.2.1.4

Video Modelo Atómico, captura minuto 6.16

hidrógeno y más simples, como el de hidrógeno y solamente de manera aproximada, ya que desde hace tiempo se conocía la denominada estructura fina del espectro, donde cada línea aparece doble y esto no lo explica el primer modelo de Bohr. Sommerfeld realizó dos modificaciones al modelo de Bohr, haciendo una analogía con las órbitas planetarias del Sistema Solar a partir de las cuales imaginó que los electrones no necesariamente debían estar en órbitas circulares, sino que podían moverse dentro de órbitas elípticas. Además, introdujo una nueva aproximación cuántica a la excentricidad de esas elipses: sólo pueden estar permitidas elipses cuya excentricidad correspondiera con una órbita con momento angular múltiplo de la constante de Planck. Las órbitas al ser elípticas, explicaban que las líneas espectrales aparecían en dobletes o en tripletes, ya que para un mismo nivel de energía podía tener distintos comportamientos debido a las diversas excentricidades. Además, estas órbitas no son estáticas sino que su eje va girando produciendo un movimiento de precesión, pero no todas las posiciones de las órbitas son posibles, sino que sólo aquellas cuyo giro fuera un número múltiplo de la constante de Planck. Estas diferencias de la excentricidad de la órbita de los electrones se representan como subniveles de energía.



Imagen 3.2.1.5

Video Modelo Atómico, captura minuto 6.47

Más tarde, Erwin Schrödinger cuya teoría ondulatoria influyó sobre la estructura atómica que formuló, ya que él explica la estructura electrónica del átomo y su interacción con la estructura electrónica de otros átomos. Aquí, el científico concibe los átomos con ondas materiales, donde la interpretación que se le puede dar a este

modelo es probabilística y permite realizar predicciones empíricas. El modelo de Schrödinger predice muy acertadamente la emisión de líneas espectrales, tanto de átomos neutros como ionizados, como también predice la modificación de los niveles energéticos cuando existe un campo magnético o eléctrico. Además, explica el enlace químico y la estabilidad molecular. Este modelo no se interesa en la parte nuclear del átomo ni en la estabilidad de ésta.

Como se puede observar, el modelo nuclear del átomo de Rutherford presentaría cambios para explicar con más exactitud los fenómenos observados, mas el concepto del modelo atómico no cambió. Según la teoría atómica, todo está formado de moléculas y éstas de elementos, sustancias sencillas que no pueden descomponerse en sustancias más simples por cambios químicos. Los elementos están formados a su vez por átomos, partículas extremadamente pequeñas que el ojo humano no puede distinguir. Por lo tanto, se comprende que debe existir una gran cantidad de ellos, ya que en una gota de agua se pueden encontrar aproximadamente mil trillones de átomos. Ésta cantidad tan grande permite formarse una idea de la pequeñez del átomo.

Los átomos están constituidos por un núcleo de carga eléctrica positiva, rodeado por una nube de electrones con carga eléctrica de igual magnitud que la del núcleo, pero de signo opuesto; además de tener una masa muy pequeña, una dosmilésima parte de la masa de un protón.

El tamaño del núcleo es tan pequeño comparado con el resto del átomo, que si éste fuera una esfera de 1 kilómetro de diámetro, su núcleo tendría apenas el tamaño de una bolita de 1 centímetro y los electrones se verían apenas como puntos a los que difícilmente se les podría medir sus dimensiones.

Por ser precisamente la parte fundamental del núcleo, a los protones y neutrones se les llama nucleones y a pesar de su pequeñez el núcleo del átomo es muy pesado: si se pudiera juntar materia nuclear en un volumen de 1 centímetro cúbico, su peso sería de doscientos millones de toneladas.

A partir del video anterior, los estudiantes tendrán que realizar la guía entregada donde deberán confrontar los modelos caracterizándolos con qué pueden llegar a hacer, explicar y sus debilidades.

Luego, viene la segunda parte de la guía donde se observa el segundo video sobre “Modelos nucleares”.

En el video, se puede observar que los átomos finalmente se componían de un núcleo central

positivo y partículas negativas. Pero existía un problema en ese momento: cabía pensar que al tener éstas cargas positivas juntas en el núcleo, la fuerza de repulsión de Coulumb estaría presente y no se podría compensar para mantenerlo estable.

A partir del año 1931 todas las dificultades con respecto al núcleo fueron resueltas por parte del físico inglés James Chadwick, quien descubrió el neutrón, partícula de masa casi igual a la del protón pero con carga eléctrica nula.

Inmediatamente Heisenberg, de forma independiente, propuso un modelo nuclear en el que sus constituyentes fundamentales eran neutrones y protones, denominados nucleones. El modelo protón-neutrón del núcleo ha sido aceptado universalmente y es la base de todos los estudios de estructura nuclear.

El modelo de gota líquida:

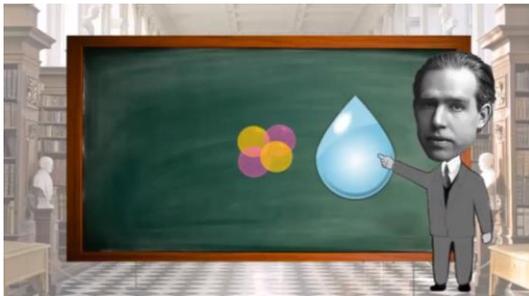


Imagen 3.2.1.6

Video Modelo Nuclear, captura minuto 1.13

Fue propuesto por Y. Frenkel en el año 1939 y desarrollado luego por Niels Bohr y otros científicos. Bohr dio cuenta de la similitud entre el núcleo del átomo y una gota de, para ello piensa que la saturación de las fuerzas nucleares llevan a este a adoptar una forma esférica, la cual sería equivalente a una tensión superficial.

Los líquidos poseen una compresibilidad pequeña y al observarse una densidad prácticamente igual en la sustancia de núcleos diferentes, se puede afirmar que también es poco compresivo.

El modelo de gota permitió deducir la fórmula para la energía de enlace de las partículas en el núcleo. Además, este modelo ayuda a explicar el proceso de fisión de los núcleos pesados, ya que da lugar a núcleos más pequeños, también esféricos, tal como cuando se fracciona una gota de mercurio.

La analogía con la gotita de líquido sugiere la posibilidad de la existencia efectos de superficie. De hecho, no cabe esperar que un nucleón cerca de la superficie del núcleo se encuentre ligado tan fuertemente como un nucleón en el interior, puesto que tiene nucleones tan sólo hacia un lado en vez de todo alrededor.

En este modelo se pone en realce las propiedades de la materia nuclear, pero nada se dice

sobre los nucleones individuales.

Modelo de capas

Este modelo fue desarrollado por Maria Geoppety Mayer y otros científicos. En este modelo los nucleones se consideran en movimiento, independiente unos de otros.

De forma experimental, se descubrió que para ciertos números de nucleones los núcleos muestran características especiales de estabilidad que recuerdan las propiedades que presentan los gases nobles en el conjunto de los átomos.

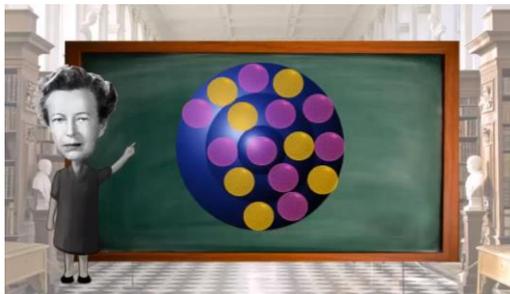


Imagen 3.2.1.7

Video Modelo Nuclear, captura minuto 3.15

Meyer sugirió que las capas nucleares podrían cerrarse cuando se alcanzaran estos números. En correspondencia con esto, existen niveles energéticos discretos, similares a los de los electrones del átomo.

Estos niveles se agrupan por capas, en cada una de las cuales puede encontrarse una cantidad determinada de nucleones. Una capa ocupada por completo constituye una formación especialmente estable.

De acuerdo con la práctica, aquellos núcleos que poseen un número de protones o neutrones (o ambos números) igual a 2, 8, 20, 28, 50, 82, 126 son denominados mágicos.

Un hecho fundamental es que los nucleones 3, 9, 21, 51, 83, 127 están especialmente poco ligados.

El carácter mágico del número para neutrones se manifiesta muy notablemente en la desintegración alfa. Cuando la emisión alfa separa el neutrón 126 de un núcleo (necesariamente con el neutrón 125) la energía de las partículas alfa es marcadamente más baja que cuando se emiten los neutrones 128 y 127. Esto se explica por la súbita disminución de la energía de enlace para neutrones después del 126.

Fenómeno análogo ocurre en las transiciones beta. Consideremos la energía liberada en la transformación beta, proceso por el cual la diferencia entre el número de neutrones y el número de protones en el núcleo disminuye en dos unidades. Si se representa esta curva de energía,

para los números mágicos de neutrones o protones aparecen saltos patentes en las curvas.

Se finaliza la clase respondiendo a una pregunta que tiene directa relación con la siguiente clase, mediante una aplicación del modelo nuclear para explicar la radiactividad.

Imagen 3.2.1.8

Última pregunta Guía Nro 1

Apliquemos lo aprendido

13.- Para finalizar ¿Conoces el término radiactividad? ¿A qué piensas que hace referencia?
¿Qué relación tendrá con el modelo nuclear?

3.2.2 Clase número 2: Radiactividad y vida media

Esta clase tiene por objetivo que los estudiantes analicen y evalúen críticamente la correspondencia entre necesidades sociales y desarrollo científico con respecto a la radiactividad.

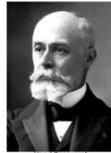
La idea del contenido didáctico que se irá construyendo a través del proceso de modelización y se pretende potenciar en clases es la definición de radiactividad como la propiedad que presentan algunas estructuras nucleares al desintegrarse espontáneamente, proceso en el cual se libera energía y masa, integrando conceptos como decaimiento radiactivo, radiación e irradiación, diferenciándolas. Además, esclarecer lo que es la vida media como el intervalo de tiempo necesario para el número de átomos de un núcleo inestable se reduzca a la mitad por desintegración espontánea.

La clase consta de una guía de trabajo por estudiante, que a su vez se divide en los dos temas importantes que debe trabajar, radiactividad y vida media. Todo esto ligado al uso de textos con formato noticia y extractos de libros.

Emanaciones fantasmas son descubiertas

La Academia de Ciencias francesa se reúne cada lunes y los miembros tienen la oportunidad de presentar los resultados de sus investigaciones más recientes. En la sesión del 20 de enero de 1896, el académico Henri Poincaré, informó a sus colegas sobre los descubrimientos que el científico alemán Wilhelm Conrad Roentgen había realizado a fines de diciembre pasado. Roentgen había observado que en su tubo de rayos catódicos se producían rayos de naturaleza desconocida, referidos por consiguiente como rayos-X, que poseían un gran poder de penetración, causando fosforescencia tanto en la pared de vidrio del tubo, como en sustancias fosforescentes ubicadas afuera del tubo. Pero fueron los Curie quienes descubrieron algo que cambiaría la historia de la humanidad.

Henri Becquerel, quien estaba presente en la Academia durante el anuncio de Poincaré, escuchó las noticias de los rayos X y decidió investigar de inmediato estos fenómenos fosforescentes con sales cristalinas de uranio. Envolvió una placa fotográfica con hojas gruesas de papel negro y se expone al Sol durante horas; al revelar la placa fotográfica se reconoce que la silueta de la sustancia aparece en negro. Se concluyó que esta sustancia emite radiaciones que atraviesan el papel opaco a la luz y reducen las sales.



Henri Becquerel

Becquerel pensaba, erróneamente, que era la luz solar la que causaba que el sulfato de uranio y potasio emitiese radiaciones.

En febrero suele estar nublado en París. Al no poder exponer las sales a la luz solar, Becquerel guardó su experimento hasta el 1 de marzo y reveló la placa, esperando encontrar una imagen muy débil, pero vio siluetas de gran intensidad. De inmediato realizó una cuidadosa observación, exponiendo cinco horas la placa a las sales en total oscuridad, velándose.

En diciembre de 1897 una nueva serie de experimentos que habían estado comenzando en una botiga de la Escuela Municipal de Física y Química Industrial en París. Allí el profesor

Pierre Curie daba clases y ofreció espacio en su laboratorio a su esposa, Marie Skłodowska Curie, quien había decidido iniciar su tesis doctoral en Física en la Sorbona. El tema, el estudio experimental de las propiedades de los "Rayos Becquerel", analizando la ionización producida en el aire por los rayos X y por las emanaciones de uranio similares a las que había usado Becquerel. Las observaciones de Marie Curie rápidamente produjeron resultados: el 2 de abril de 1898 comenzó a la Academia que todos los

la estructura atómica de la materia era aún un tema de discusión. Como Marie Curie no era miembro de la Academia, sus resultados debieron ser presentados por el profesor Gabriel Lippmann. El 18 de julio del mismo año, Henri Becquerel presentó una investigación firmada por Pierre y Marie Curie titulada "Sobre una nueva sustancia radio-activa contenida en la pechblenda". Esta es la primera vez que se le llamó radioactividad al nuevo fenómeno natural; además, el reporte contenía evidencias de un nuevo elemento, el polonio, encontrado en los minerales de uranio.

En diciembre de 1898, los Curie reportaban la posible existencia de otro nuevo elemento, el radio. Ellos notaron que el material que era radioactivo disminuía su concentración en la muestra, mientras que otro de los que estaba en ella aumentaba su cantidad, siendo un elemento más liviano. Cuando esto ocurría, decían que el elemento radioactivo decaía.

Hoy día sabemos que lo anterior se puede producir por tres métodos:

- Cuando se escapa un núcleo de helio.
- Cuando del núcleo atómico se emite un electrón.
- Cuando del núcleo se emite energía.

En los dos primeros, el elemento radioactivo cambia convirtiéndose en otro, mientras que con el tercer método continúa siendo el mismo elemento.

Las noticias y textos creados para las actividades, se basan en información relevante que sucedió en la historia de la radiactividad y que se consideró relevante para que el estudiante pueda responder las preguntas y se interese por el contenido a trabajar. El uso de noticias y textos que han sido seleccionados para esta clase, queda respaldado con la línea metodológica que se suscribe en la mirada CTS.

En cuanto al contenido que se trata en esta clase se puede comenzar con Soddy, quien describió el modo en que un átomo cambia al emitir una partícula alfa, la cual está

Imagen 3.2.2.1

Noticia utilizada en la guía Nro 2

constituida por un núcleo de helio formado por cuatro nucleones: dos protones y dos neutrones. Cuando un núcleo decae por la emisión de una partícula alfa, si masa atómica disminuye en cuatro unidades, ya que pierde estos dos neutrones y dos protones, y su número atómico en dos unidades ya que pierde dos cargas positivas del núcleo.

Como ejemplo de decaimiento está el caso del átomo de radio-226 que tiene número atómico 88. En un gramo de radio cada segundo se transforman 37.000.000.000 de átomos a átomos de otro elemento, el radón que es un gas cuyo número másico es 222 y su número atómico es 86. Como se observa, difiere en 4 unidades de masa y dos de número atómico que no pueden desaparecer, por lo que en realidad se han eliminado en forma de partículas alfa, con una carga +2.

Otro tipo de decaimiento radiactivo es por emisión de partículas beta. Las partículas beta emitidas por los núcleos, son electrones. Las radiaciones emitidas por el uranio, torio y otros elementos naturales incluyen electrones de carga negativa; pero ahora se sabe que también existen núcleos inestables que emiten electrones positivos: a los primeros se les llama negatrones, a los segundos se les denomina positrones. Estos elementos no deben confundirse con los electrones que se mueven a grandes velocidades alrededor del núcleo del átomo. Ya que la masa del electrón es sólo una pequeñísima parte de la masa del átomo, la emisión de una partícula beta prácticamente no altera el número de masa de un núcleo radiactivo. Sin embargo, la emisión de una partícula beta negativa se lleva una unidad de carga negativa del

núcleo. Como consecuencia, éste se carga positivamente y el número atómico del átomo aumenta en una unidad. La emisión de una partícula beta positiva tiene precisamente el efecto opuesto, el núcleo pierde una carga positiva y el núcleo atómico disminuye en una unidad. Cuando el yodo-131 decae al emitir una partícula beta negativa nace un núcleo de xenón-131 que es un gas noble. El yodo se transforma en xenón, cuyo núcleo tiene un protón más que el yodo.

Por otra parte, cuando el cobre-64 decae al emitir una partícula beta positiva, nace también un núcleo nuevo, en este caso níquel-64. En este decaimiento, se transforma cobre en níquel, cuyo núcleo tiene un protón menos que el cobre.

Finalmente los rayos gamma, en la mayoría de los casos, acompañan a la emisión de partículas alfa o beta y acarrear el exceso de energía que tienen el núcleo después de su decaimiento. Cuando un átomo sólo emite un rayo gamma (sin carga), se altera su contenido energético pero no cambia el número de partículas, de modo que continúa siendo el mismo elemento.

De aquí nace la transición isomérica. Existen algunos isótopos radiactivos que tienen masa y cargas idénticas, es decir, que tienen el mismo número de protones y neutrones, pero diferentes propiedades radiactivas, como son sus vidas medias y las energías de las radiaciones emitidas. Estos núcleos reciben el nombre de isómeros nucleares. El isómero que presenta el estado de mayor energía, el más excitado, recibe el nombre de isómero en estado metaestable, y al de menor energía, se llama isómero en estado base. Un núcleo metaestable puede decaer, por emisión de rayos gamma, a su isómero en el estado base. La transición de un estado a otro se llama transición isomérica. A menudo estos isómeros nucleares en el estado base también son radiactivos.

La historia del concepto de "vida media" parte con la problemática de la tabla periódica de Mendeleev, en la cual quedaban espacios vacíos donde no habían elementos químicos que se pudieran situar ahí. Él, osadamente, dijo que significaba la existencia de elementos que cabrían en ese espacio pero que aún no se descubrían. Gracias a la radiactividad artificial, ya que los elementos faltantes eran radiactivos de vida media bastante más corta que la vida de nuestro planeta y, por lo tanto, ya no existían en la Tierra. Experimentos realizados por Pierrier y Segre dieron frutos al descubrir trazas de un nuevo elemento de forma artificial, llamándolo tecnecio, originado en la palabra griega que significa artificio, creación. Uso de la radiactividad en la estimación de edades, gracias a conocer la vida media del elemento y su cantidad inicial.

Para cerrar el tema tratado en esta clase, se trabaja en la construcción de un mapa mental con

los conceptos trabajados durante esta clase.

Imagen 3.2.2.2

Actividad de mapa mental

10.- Ahora, junto a tu grupo, determinen cuál de los conceptos trabajados es el más importante y a partir de ahí construyan un mapa mental con los conceptos y agregado.

Radiación gamma
Radiación
Decaimiento radiactivo
Radiactividad
Partículas alfa
Irradiación
Partículas beta
Vida media

Se finaliza la clase respondiendo a una pregunta que tiene directa relación con la siguiente clase, mediante una aplicación de cadenas radiactivas.

Imagen 3.2.2.3

Última pregunta Guía Nro 2

Responde la siguiente pregunta de forma individual

12.- Recordando que la vida media de un elemento radiactivo se calcula como el tiempo en que demora en disminuir a la mitad la cantidad inicial del elemento. Pero ¿Qué sucede con esa mitad de elemento que ya no está? Considera el concepto de decaimiento radiactivo.

3.2.3 Clase número 3: Cadenas Radiactivas

Esta clase tiene por objetivo que los estudiantes comprendan el proceso de decaimiento radiactivo observando cadenas y familias radiactivas, relacionándolos con la bomba nuclear y centrales nucleares.

La idea del contenido que se irá construyendo a través del proceso de modelización y se pretende potenciar en clases, es el concepto de cadena radiactiva como el proceso por el cual un elemento de núcleo pesado e inestable, decae y se estabiliza mediante la liberación de masa y energía hasta un elemento más ligero y estable como lo es el plomo. Mientras que la segunda parte de la clase está orientada a la construcción del concepto de familia radiactiva como el conjunto de elementos que componen una cadena radiactiva.

En la propuesta didáctica de la clase número tres que está enfocada a cadenas y familias radiactivas consiste, al igual que en las otras dos, de una guía didáctica por estudiantes, más el uso de la aplicación “Física en la escuela” que se encuentra disponible para descargar en la “Play Store” de forma gratuita y, en caso de que los estudiantes no puedan descargar la aplicación en sus propios teléfonos, el profesor puede proyectar la aplicación cuando se requiera, desde la página oficial de la aplicación a la cual se puede acceder desde la misma “Play Store” o desde el siguiente enlace:

<http://www.vascak.cz/physicsanimations.php?l=es>

En este enlace encontrará los mismos simuladores que están en la aplicación descargable para el teléfono.

Así luego de la entrega de la guía y la conformación de los grupos para el trabajo, el profesor debe informar que el internet de los teléfonos debe ser apagado, ya que la aplicación no necesita acceso a internet.

La primera parte de la guía está orientada al concepto de cadenas radiactivas, donde se entenderá esto como: “el proceso por el cual un núcleo de elemento pesado e inestable se estabiliza mediante la liberación de masa y/o energía, hasta un elemento más estable, como lo es el plomo”.

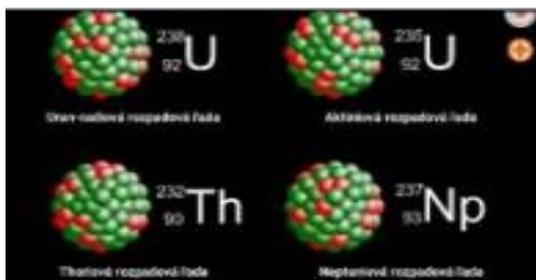


Imagen 3.2.3.1

Aplicación a utilizar

Para que los estudiantes logren, de alguna u otra forma crear o descubrir esta definición, se utilizó la aplicación como un soporte fundamental, ya que aporta representaciones gráficas que son de ayuda para entender el concepto, sin estas representaciones, la apropiación del concepto por parte de los estudiantes sería mucho más complejo.

La aplicación permite recrear las cadenas radiactivas del Uranio-235, Uranio-238. Torio-232 y Neptunio-237. Cada una de estas apuntan a las mismas condiciones finales e iniciales, es decir, las cuatro comienza con una núcleo inestable y pesado, finalizando todas en un elemento común y estable, el cual es el Plomo.

El uso de la aplicación, más la guía de las preguntas y las puestas en común son esenciales para que el estudiante pueda adquirir el concepto postulado anteriormente, recordar que las puestas en común tanto grupales como a nivel de curso, son otro apoyo esencial en la construcción del concepto, pues las ideas que surjan desde otros grupos, compondrán lo que al final será el concepto consensuado entre todo el curso.

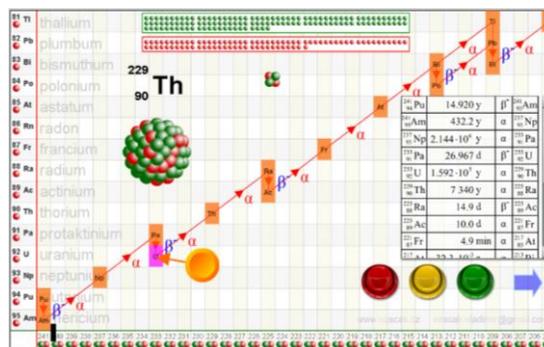


Imagen 3.2.3.2

Cadena radiactiva de Torio-232

Por último la segunda parte de la clase estará centrada en el concepto de “Familias radiactivas”, donde se entenderá el concepto como: “el conjunto de elementos que componen una cadena radiactiva”. En esta etapa, se realiza una comparación entre un árbol genealógico y la figura de una cadena radiactiva, para llegar a la conclusión de la palabra familias, así mismo se puede entender que la familia está compuesta por todos los elementos dentro de la cadena radiactiva correspondiente. Al igual que en la sección anterior de la clase, el aporte de la discusión grupal y a nivel de curso son momentos importantes dentro del proceso de adquisición de los conceptos que se están trabajando durante la clase.

Una vez terminado todo el proceso, el profesor y los estudiantes son los encargados de realizar

un resumen con lo visto durante la clase para que los conceptos trabajados queden en total claridad.

Se finaliza la clase respondiendo a una pregunta que tiene directa relación con la siguiente clase, mediante una aplicación de cadenas radiactivas.

Imagen 3.2.3.3

Última pregunta Guía Nro 3

Apliquemos lo aprendido...

11.- Según lo que ha explicado el profesor, menciona la importancia de una cadena radiactiva ¿Piensas que tenga alguna relación con lo que sucede al interior de una planta nuclear y sus desechos? ¿Por qué?

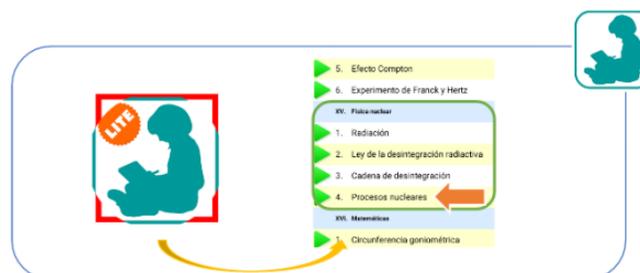
3.2.4 Clase número 4: Fisión y Fusión

Esta clase tiene por objetivo que los estudiantes analicen y valoren las repercusiones sociales, económicas, políticas y éticas de la actividad científica con respecto al uso de la bomba nuclear, para crear conciencia del impacto del desarrollo científico en la humanidad.

La idea del contenido didáctico que se irá construyendo a través del proceso de modelización y se pretende potenciar en clase es el concepto de fisión y fusión nuclear. Donde la primera parte de la clase, apunta a la diferencia entre los procesos de fisión y fusión. Mientras que la segunda parte de la clase se centra en la construcción de los conceptos de fisión controlada y fisión descontrolada.

Imagen 3.2.4.1

Uso de la aplicación para procesos nucleares



La clase consta de una guía de trabajo por estudiante, que a su vez se divide en los dos temas importantes que debe trabajar, fusión y fisión nuclear. Todo esto ligado al uso de una aplicación para el desarrollo de los conceptos mencionados anteriormente, junto con un video explicativo de corta duración, que se puede encontrar en el siguiente enlace:

https://www.youtube.com/watch?v=64hpO2Rm_lo

Al igual que la clase 3 se mantienen los grupos de trabajo que se han implementado desde la clase 1, recordando la rotación de las responsabilidades de cada uno de los estudiantes dentro del grupo de trabajo.

En esta sección didáctica los conceptos importantes o principales son la diferencia entre fisión y fusión, para luego centrarnos en la fisión descontrolada y controlada, como se puede ver en las bombas nucleares y centrales nucleares respectivamente. Para ello se cuenta con la aplicación utilizada en la clase número 3 y con un video que da la diferencia entre las reacciones ocurridas entre las bombas nucleares y las centrales nucleares, contando a su vez con el uso de un simulador para recrear la explosión de “Little Boy” y “Fat man”, pero en la región metropolitana y tener conciencia de la destrucción que se logró producir.

Así, la primera parte de la clase se centra en la diferencia entre la fusión y la fisión, primero con ideas propias de los estudiantes y luego con el uso de la aplicación para comparar las respuestas anteriores y poder definir cada uno de los procesos por separados.

La segunda parte de la clase la conforma un video de aproximadamente seis minutos donde se tratan las diferencias entre la fisión descontrolada y la fisión controlada, se recuerda que luego que en 1941 el presidente Franklin D. Roosevelt comenzará el proyecto Manhattan a cargo del

destacado científico Robert Oppenheimer, con el propósito de construir una bomba nuclear de la cual construyeron dos, Little Boy y Fat Man, la primero de 15 [Kt] y la segunda de 20 [Kt], donde la unidad de medida es el kilotón y un “ton” es lo equivalente a una tonelada de dinamita común.

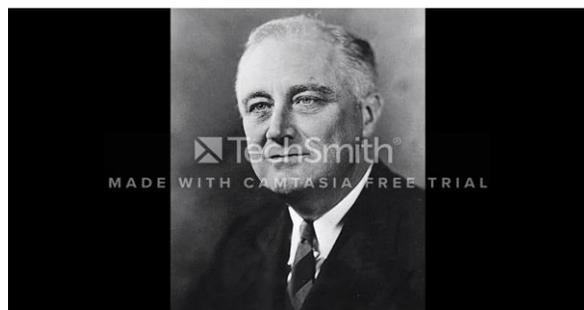


Imagen 3.2.4.2

Video Procesos Nucleares, captura minuto 0.14

El funcionamiento de la bomba nuclear o atómica no es difícil de entender, está compuesta por material radiactivo como son el Uranio o el Torio y un detonador que libera neutrones de baja velocidad. Una vez accionado el detonador, cuando se acciona el detonador sucede lo siguiente: un neutrón lento se estrella con el núcleo del material radiactivo, que en este caso es

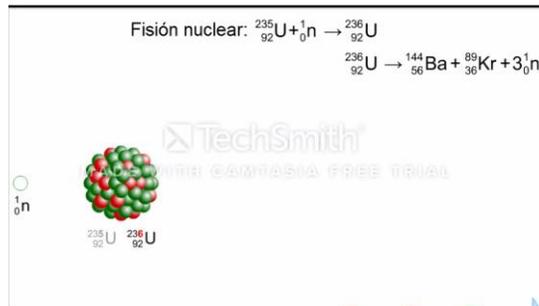


Imagen 3.2.4.3

Video Procesos Nucleares, captura minuto 0.52

Uranio 235, que transmuta a Uranio 236, haciéndose aún más inestable, provocando una división del núcleo en Bario y Kriptón, liberando energía en grandes cantidades junto con tres neutrones que salen despedidos del núcleo, estos neutrones se estrellan con otros núcleos produciéndose una reacción en cadena. Este proceso genera la explosión de energía de las bombas.

Una central nuclear tiene el mismo funcionamiento básico que la bomba nuclear, la diferencia es que el proceso de fisión de la central nuclear está “controlado” a diferencia de la bomba nuclear, que es un proceso “descontrolado”.

El proceso se controla mediante agua Pesada o ${}^2\text{H}_2\text{O}$. Se liberan neutrones lentos que desestabilizan unos primeros núcleos de material radiactivo, estos núcleos se dividen y liberan otros neutrones que se estrellan con la barrera de agua pesada, esto desacelera los neutrones dejando pasar solo algunos de los liberados que se estrellan con otros núcleos y así sucesivamente.

En este punto del video, se muestra una simulación de los que sucedería si se lanza una bomba nuclear como “Little boy” y “Fat man” en la región metropolitana hoy en día, la bomba más grande de la que se tiene registro, que es de 100 Mt, donde también se muestra la cantidad de bajas que se podrían esperar con esta explosión dentro



Imagen 3.2.4.4

Video Procesos Nucleares, captura minuto 3.27

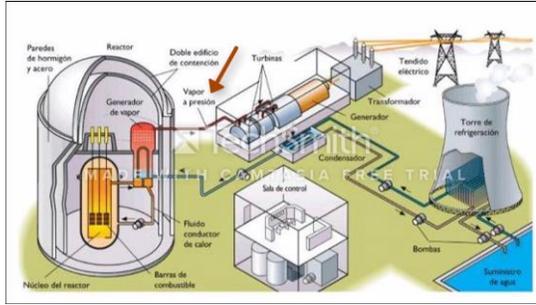


Imagen 3.2.4.5

Video Procesos Nucleares, captura minuto 4.31

de la misma región. Con cada división se libera energía, lo que calienta el agua donde se encuentra el material radiactivo, el vapor de agua sube por cañerías hasta unas turbinas, el vapor hace girar las turbinas las que a su vez producen la electricidad, una vez pasado por las turbinas el vapor se enfría para su reutilización, siempre y cuando en él los residuos radiactivos no sean excesivos.

Una vez terminado el video y que los estudiantes hayan tomado apuntes de lo visto, se continúa con las preguntas de la guía y la puesta en común de estas. Para finalizar la guía contiene un

extracto de la entrevista realizada a Oppenheimer luego del lanzamiento de la bomba nuclear en Hiroshima y Nagasaki. Este extracto está para realizar un análisis crítico del texto, donde el estudiante da una primera opinión fundamentando su respuesta para luego analizar su argumento con la metodología CRITIC.

4.- lee el siguiente extracto de una entrevista realizada a Oppenheimer luego del lanzamiento de la bomba nuclear y responde:

¿Qué opinas de las declaraciones del doctor Oppenheimer? ¿Piensas que los científicos deben trabajar en este tipo de proyectos? ¿Por qué?



<<Periodista: ¿Sentía usted escrúpulos morales?

Oppenheimer: Escrúpulos atroces.

Periodista: Pero usted ha declarado, recientemente, que el bombardeo de Hiroshima fue un gran éxito, ¿no es cierto?

Oppenheimer: Sí, técnicamente.

Periodista: ¡Ah! Técnicamente.

Oppenheimer: También se dice que contribuyó a poner fin a la guerra.

Imagen 3.2.4.6

Extracto del texto Entrevista a Oppenheimer

3.2.5 Clase número 5: Evaluación

Para finalizar la unidad didáctica a implementar, se proponen dos clases de evaluación para que el profesor pueda elegir la que más se acomode a su estilo de enseñanza o que esté más acorde con la misión y visión del establecimiento educacional.

Estas propuestas están fundamentadas en la metodología CTS.

3.2.5.1 Propuesta de Evaluación 1

En esta clase de evaluación, se espera que los estudiantes puedan realizar un debate donde ponen en juego los distintos puntos de vista que se pueden encontrar sobre el tema de la radiactividad en la actualidad. Además, los estudiantes deben entregar un pequeño ensayo que plantee su postura frente al tema, con mínimo 10 argumentos que avalen su postura y que tengan sus respectivas fuentes bibliográficas. Se formarán grupos de cinco estudiantes, quienes escogerán uno de los temas que se proponen a continuación:

- Radiactividad y medicina.
- Radiactividad como fuente de energía.
- Efectos de la radiactividad excesiva en la salud.
- Accidentes que involucren a la radiactividad.
- Bombas nucleares y su funcionamiento.
- Centrales nucleares y su funcionamiento.
- Uso de la radiactividad en la producción de alimentos.
- Otros.

Cabe señalar, que la postura frente al tema será dada por el profesor a cargo y que los estudiantes tendrán que defenderla tomando un rol o personificación de acuerdo al tema a tratar.

Por otro lado, los ítems a evaluar con esta actividad son:

- Aspectos generales, que comprende desde la presentación personal hasta expresión oral.
- Contenido del escrito, donde se evalúa la coherencia del texto y que apliquen el modelo del contenido abordado en clases.
- Roles del debate, comprende aspectos del actuar de los estudiantes.
- Contenido presentado, en el debate si se utilizan los modelos vistos en clases y aplicaciones.
- Manejo de la información, evaluando métodos de investigación y de argumentación ocupada en clases.
- Terminología, evaluando el uso de los términos y definiciones vistas en clases.
- Respuestas a preguntas, evaluando si los estudiantes responden a las preguntas usando conocimientos adecuados.
- Conclusiones, presentan una opinión crítica sobre el tema.

Con esta actividad, se espera que los estudiantes puedan demostrar todo lo que aprendieron a lo largo de las cuatro clases destinadas al tema de la radiactividad.

3.2.5.2 Propuesta de Evaluación 2

En esta clase de evaluación se espera que los estudiantes creen un Stand donde puedan dar a conocer los distintos tipos de uso que se le da a la radiactividad en nuestros días al resto de la comunidad educativa. El Stand debe contar con trípticos de información para las personas que asistan a él, un diseño propio donde exista información en las paredes y los estudiantes deben tener un manejo de la información que están entregando.

Los temas que se proponen para la actividad son los siguientes:

- Radiactividad y medicina.
- Radiactividad como fuente de energía.
- Radiactividad en la sociedad.
- Efectos de la radiactividad en la salud
- Accidentes que involucren a la radiactividad.
- Bombas nucleares y su funcionamiento.
- Centrales nucleares y su funcionamiento.
- Tipos de radiactividad (α , β y γ).
- Protección ante la radiactividad.
- Uso de la radiactividad en la producción de alimentos.
- Otros.

Por otro lado, los ítems a evaluar con esta actividad son:

- Aspectos generales, que comprende desde la presentación personal hasta expresión oral.
- Contenido del stand, donde se evalúa la coherencia del texto y que apliquen el modelo del contenido abordado en clases.
- Diseño del stand, comprende los artículos pedidos para la actividad.
- Contenido presentado, en la exposición si se utilizan los modelos vistos en clases y aplicaciones.
- Manejo de la información, evaluando métodos de investigación y de argumentación ocupada en clases.

- Terminología, evaluando el uso de los términos y definiciones vistas en clases.
- Respuestas a preguntas, evaluando si los estudiantes responden a las preguntas usando conocimientos adecuados.
- Conclusiones, presentan una opinión crítica sobre el tema.

Con esto se espera que los estudiantes vean las relaciones que existen entre lo que se ve en la escuela y su entorno diario, además de hacerlos partícipes de la educación de sus pares al presentar este tipo de información para la comunidad estudiantil a la cual pertenecen.

3.3 Encuesta de validación

Con el fin de validar la propuesta didáctica mencionada anteriormente, la cual se compone de cuatro clases y una clase de evaluación donde se tienen dos propuestas que se puede implementar para evaluar la unidad creada. Para ello la validación del material se realizará mediante una escala likert, que permiten traspasar la información cualitativa a cuantitativa, para su comparación y futura tabulación.

3.3.1 Descripción de la escala likert

Cada clase tiene asociada una escala likert que permite evaluar tanto las individualidades de cada guía, como las secciones comunes para todas. De esta forma surgen los siguientes ítems que guiarán la validación de los pares validadores durante el proceso completo de revisión de las guías. Cada encuesta está compuesto de los ítems que se encuentran más adelante, donde los puntos de los ítems es evaluado en una escala de 1 a 4, donde 1 es muy en desacuerdo y 4 es muy de acuerdo.

- I. **Validación de la actividad de inicio de clase:** Es este ítem se evalúa la actividad inicial de la clase 1, ya que funciona como un activador de conocimiento. Por lo tanto, sólo para ésta guía se evaluará por separado el inicio de la clase. De este ítem surgen los siguientes puntos a evaluar:
 - A. La actividad está desarrollada de forma clara.
 - B. Los conceptos seleccionados son coherentes con el tema a trabajar en la clase.
 - C. La actividad es de acuerdo al nivel de cuarto año de enseñanza media.

D. La actividad es práctica y desarrollable en los 15 primeros minutos de la clase.

II. **Validación de la guía como material de trabajo:** Este ítem se enfoca en la validación de las preguntas, diseño y orden de la guía. Las validaciones de las preguntas son tanto por claridad como por fundamento conceptual. Con diseño y orden se hace referencia a tamaño de letra, claridad de las instrucciones, uso de espacio y posicionamiento de imágenes. Para este ítem surgen los principales temas a evaluar a del material.

- A. Las preguntas están desarrolladas de forma clara.
- B. La guía se encuentra ordenada y apta para el trabajo del estudiante.
- C. El material es coherente con desarrollar los conceptos a trabajar en la clase.
- D. La primera parte de la guía cumple con aclarar el primer concepto a trabajar.
- E. La segunda parte de la guía cumple con aclarar el segundo concepto a trabajar.
- F. La complejidad de las preguntas y actividades es de acuerdo al nivel de cuarto año de enseñanza media.
- G. Las preguntas grupales e individuales están planteadas correctamente.
- H. Las actividades propuestas cumplen con el objetivo de la clase.
- I. La guía puede realizarse en el tiempo estimado para el desarrollo de esta (80 minutos).

III. **Uso de textos como material didáctico:** El texto es un medio por el cual se entrega información de forma directa e indirecta sobre los conceptos tratados en la clase. Para validar esta sección, se debe pensar si las preguntas que apuntan al uso de noticias y extractos son correspondientes a la información que éste entrega, claridad en la información que se presenta, desarrolla el concepto para abordar bien las preguntas.

- A. El uso de noticias favorece la comprensión de los conceptos a trabajar.
- B. La información entregada en los textos tiene una redacción clara y coherente.
- C. La extensión del texto es adecuada para un estudiante de IV° año medio (considerando que en promedio deberían leer entre 550 a 600 palabras por minuto).
- D. Los textos logran ser llamativos, no siendo tediosa la lectura.
- E. Las preguntas orientadas a los textos, están redactadas de forma clara y coherente.
- F. El uso de noticias promueve una explicación enfocada al CTS.

- G. El uso de textos promueve el trabajo tanto individual como el trabajo en grupo para el desarrollo de la guía.

IV. **Uso de videos como material didáctico:** El video se enfoca en el desarrollo de los conceptos tratados en la clase. Para validar esta sección se debe pensar en si las preguntas que apuntan a la utilización de los videos son correspondientes a la información que éste entrega, claridad en la información que se presenta, desarrollo del concepto a base de videos, su duración y la edición de éste. Al igual que antes, surgen de este ítem puntos a evaluar.

- A. El uso de videos favorece la comprensión de los conceptos a trabajar.
- B. La duración del video es correcta para mantener la atención de los estudiantes.
- C. El audio del video es adecuado, la pronunciación es clara y el volumen correcto.
- D. El contenido del video es acertado y apunta a los conceptos que se desean reforzar sin desviarse del tema central.
- E. La información entregada en los videos tiene una redacción clara y coherente.
- F. Las preguntas orientadas a los videos, están redactadas de forma clara y coherente.
- G. El uso de videos promueve una explicación cercana al modelo científico que se quiere potenciar.
- H. La guía potencia la idea del modelo que se pretende construir.
- I. El uso de videos promueve el trabajo tanto individual como el trabajo en grupo para el desarrollo de la guía.

V. **Uso de la aplicación como material didáctico:** Para validar esta sección debe pensar en si las preguntas que apuntan a la utilización de la aplicación, claridad en las instrucciones del uso de la aplicación, desarrollo del concepto a base de la aplicación.

- A. El uso de la aplicación favorece la comprensión de los conceptos a trabajar.
- B. Las instrucciones para el uso de la aplicación y sus simuladores tienen una redacción clara y coherente.
- C. Las preguntas orientadas al uso de la aplicación, están redactadas de forma clara y coherente.
- D. El uso de la aplicación es sencillo de utilizar y promueve la investigación de los estudiantes.

- E. El uso de la aplicación promueve el trabajo tanto individual como el trabajo en grupo para el desarrollo de la guía.
- VI. **Validación de la actividad de debate:** En este ítem se evalúa unas de las propuestas de actividad para evaluar la unidad.
- A. Las indicaciones para la actividad están escritas de forma clara.
 - B. Los temas seleccionados son coherentes con lo trabajado en las clases anteriores.
 - C. La actividad es de acuerdo al nivel de cuarto año de enseñanza media.
 - D. La actividad es práctica y desarrollable en los 80 minutos de clases.
 - E. El desarrollo de la actividad favorece la comprensión de los temas a trabajar.
 - F. La actividad promueve una mirada CTS para el aprendizaje de radiactividad.
- VII. **Validación de la actividad de feria científica:** En este ítem se evalúa unas de las propuestas de actividad para evaluar la unidad.
- A. Las indicaciones para la actividad están escritas de forma clara.
 - B. Los temas seleccionados son coherentes con lo trabajado en las clases anteriores.
 - C. La actividad es de acuerdo al nivel de cuarto año de enseñanza media.
 - D. La actividad es práctica y desarrollable en los 80 minutos de clases.
 - E. El desarrollo de la actividad favorece la comprensión de los temas a trabajar.
 - F. La actividad promueve una mirada CTS para el aprendizaje de radiactividad.
- VIII. **Metodología guía:** Se debe entender esta sección como el uso de TIC's y la metodología de la enseñanza basada en la modelización de los conceptos por parte de los estudiantes. con sus respectivos puntos a evaluar.
- A. El diseño de la guía cumple con la estructura de modelización.
 - B. Se potencia el contenido didáctico definido para esta clase.
 - C. Existen espacios dentro del trabajo de la guía para la discusión entre pares.
 - D. Existen espacios dentro del trabajo de la guía para la puesta en común.
 - E. El uso de videos es apto para el trabajo con la guía y su diseño de modelización.
 - F. Las etapas de modelización definidas en la guía para el profesor son coherentes con las actividades propuestas.

G. Se cumple con un enfoque CTS.

IX. **Metodología clase de evaluación:** Se debe entender esta sección como el uso de TIC's y la metodología de la enseñanza basada en la modelización de los conceptos por parte de los estudiantes, junto con una mirada CTS, además de ser una potencial evaluación interdisciplinaria.

- A. El diseño de las actividades cumple con un enfoque CTS.
- B. El diseño de la actividad permite evaluar a los estudiantes con respecto al aprendizaje sobre la unidad.
- C. La actividad es apta para ser evaluada por profesores de otras disciplinas (historia, biología, química, etc).
- D. El uso de la modelización en clases anteriores es coherente con las evaluaciones.

Luego de cada evaluación por ítem y al final de cada una de las encuestas de validación se encuentra una sección de observaciones para que los pares evaluadores de la validación puedan verter sus opiniones sobre las guías, videos o aplicaciones que no estén representadas en la escala likert correspondiente a cada ítem, como se puede observar en la imagen 3.3.1.1 que se encuentra abajo.

Imagen 3.3.1.1

Cuadro para observaciones finales

Por último, escriba en el espacio inferior sus observaciones personales sobre la guía y los videos.

Observaciones

3.3.2 Criterios de selección para validadores.

En el afán de obtener opiniones y retroalimentaciones que aporten en la modificación y evolución de las guías, se considerará a un profesor adecuado para la validación del material,

aquel profesor que cumpla con los siguientes puntos:

- Ser profesor titulado de física
- Llevar cinco años o más realizando clases
- Haber realizado clases en el nivel de cuarto año de enseñanza media en el área de física.

De acuerdo a los puntos planteados anteriormente se han seleccionado cinco profesores que cumplen con los requisitos requeridos para la validación del material.

Capítulo 4: Resultados

Como se ha mencionado en el pasado capítulo 3, la propuesta didáctica fue validada por un grupo de profesores expertos en el área de la educación de estudiantes de enseñanza media a la realización de este trabajo de Seminario que cumplieran con los requisitos:

- Ser profesor titulado de física
- Llevar cinco años o más realizando clases
- Haber realizado clases en el nivel solicitado, que es cuarto año de enseñanza media, en el área de física.

A continuación, se muestra el análisis de las respuestas recibidas por parte de los validadores para cada una de las clases.

4.1 Tabulación de las respuestas por clase e ítem.

De acuerdo a las respuestas otorgadas por los validadores en cada una de las clases y en cada uno de los ítems en las encuestas likert, se puede realizar el resumen para cada una de las clases.

4.1.1 Validación clase 1: Mundo Atómico.

Para esta clase se evaluaron cuatro ítems distintos, los cuales son:

- 1) Validación de la actividad de inicio de clase
- 2) Validación de la guía como material de trabajo
- 3) Uso de videos como material didáctico
- 4) Metodología

Cada uno de ellos se desglosa en secciones con sus indicadores principales para la evaluación, denotadas por letras del abecedario con el fin de facilitar su lectura en una tabla, donde estos fueron desglosados en el capítulo 3 sección 3.3 subsección 3.3.1. Es por ello que de acuerdo con las respuestas de los validadores en la encuesta likert es posible realizar un resumen de éstas como se observa en la tabla y en el gráfico de cada ítem.

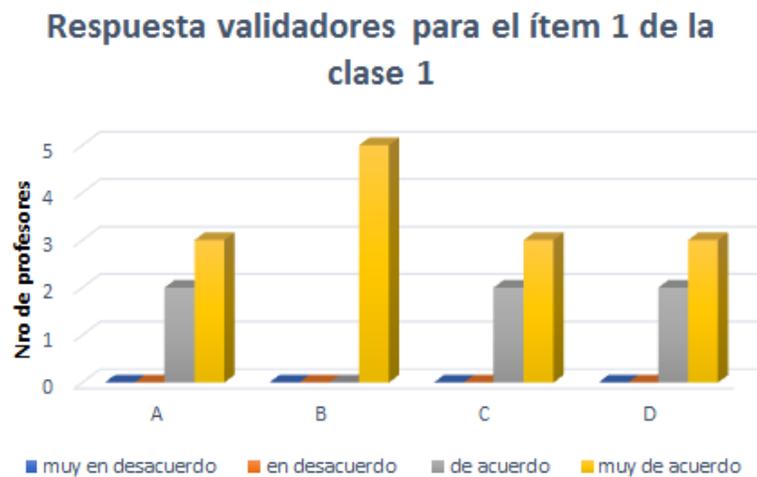
Tabla 4.1.1.1

Resumen respuestas de validadores para el ítem 1 de la clase 1

Sección	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
A	0	0	2	3
B	0	0	0	5
C	0	0	2	3
D	0	0	2	3

Imagen 4.1.1.1

Gráfico resumen respuesta validadores para el ítem 1 de la clase 1



Según los datos expuestos en la tabla 4.1.1.1 y en el gráfico 4.1.1.1, se puede apreciar en el ítem de validación de la actividad de inicio de clase de la primera clase, tiene una aprobación total, ya que todas las respuestas están entre “de acuerdo” y “muy de acuerdo”.

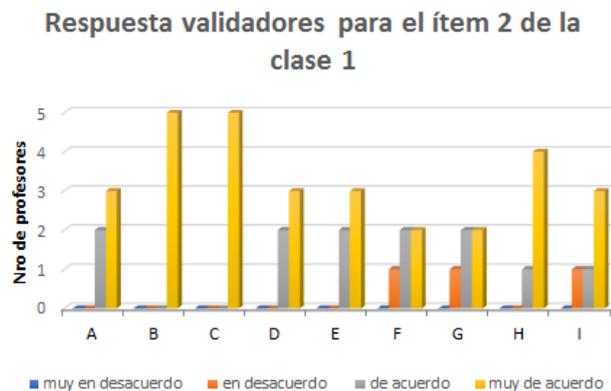
Tabla 4.1.1.2

Resumen respuestas de validadores para el ítem 2 de la clase 1

Sección	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
A	0	0	2	3
B	0	0	0	5
C	0	0	0	5
D	0	0	2	3
E	0	0	2	3
F	0	1	2	2
G	0	1	2	2
H	0	0	1	4
I	0	1	1	3

Imagen 4.1.1.2

Gráfico resumen respuesta de validadores para el ítem 2 de la clase 1



Para este ítem de validación de la guía como material, las respuestas de los validadores se encuentran mayoritariamente en las secciones “de acuerdo” y “muy de acuerdo”, pero existen “en desacuerdo” en cuanto a la extensión de la guía, una complejidad no acorde al nivel y una diferencia en cuanto a la redacción.

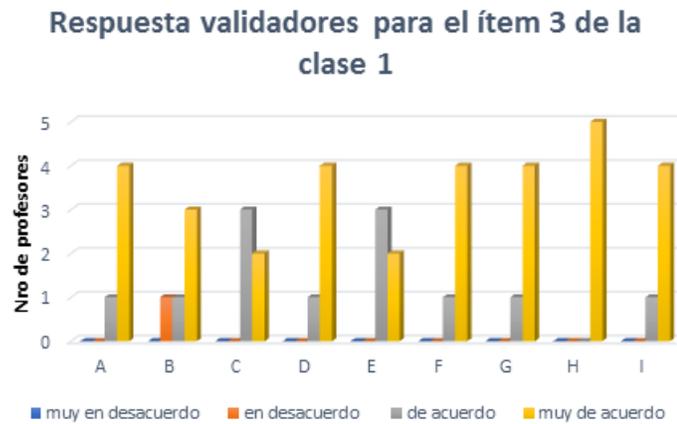
Tabla 4.1.1.3

Resumen respuestas de validadores para el ítem 3 de la clase 1

Sección	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
A	0	0	1	4
B	0	1	1	3
C	0	0	3	2
D	0	0	1	4
E	0	0	3	2
F	0	0	1	4
G	0	0	1	4
H	0	0	0	5
I	0	0	1	4

Imagen 4.1.1.3

Gráfico resumen respuesta de validadores para el ítem 3 de la clase 1



Una vez más se encuentra que las respuestas de los validadores del material didáctico se encuentran en las categorías “de acuerdo” y “muy de acuerdo”, existiendo un “en desacuerdo” en cuanto a la redacción de un texto.

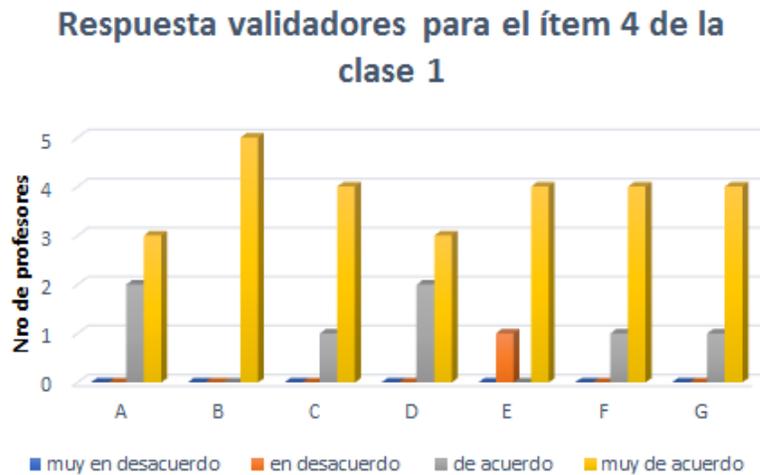
Tabla 4.1.1.4

Resumen respuestas de validadores para el ítem 4 de la clase 1

Sección	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
A	0	0	2	3
B	0	0	0	5
C	0	0	1	4
D	0	0	2	3
E	0	1	0	4
F	0	0	1	4
G	0	0	1	4

Imagen 4.1.1.4

Gráfico resumen respuesta de validadores para el ítem 4 de la clase 1



Nuevamente, la guía se evalúa con categorías “muy de acuerdo” y “de acuerdo”, pese a encontrarse un “en desacuerdo” donde el validador no consideró los videos como potenciadores de la modelización.

4.1.2 Validación clase 2: Radiactividad y vida media.

Para esta clase se evaluaron tres ítems distintos, los cuales son:

- 1) Validación de la guía como material de trabajo
- 2) Uso de textos como material didáctico
- 3) Metodología

Cada uno de ellos se desglosa en secciones con sus indicadores principales para la evaluación denotadas por letras del abecedario, con el fin de facilitar su lectura en una tabla, donde estos fueron desglosados en el capítulo 3 sección 3.3 subsección 3.3.1. Es por ello que de acuerdo con las respuestas de los validadores en la encuesta likert es posible realizar un resumen de éstas como se observa en la tabla y en el gráfico de cada ítem.

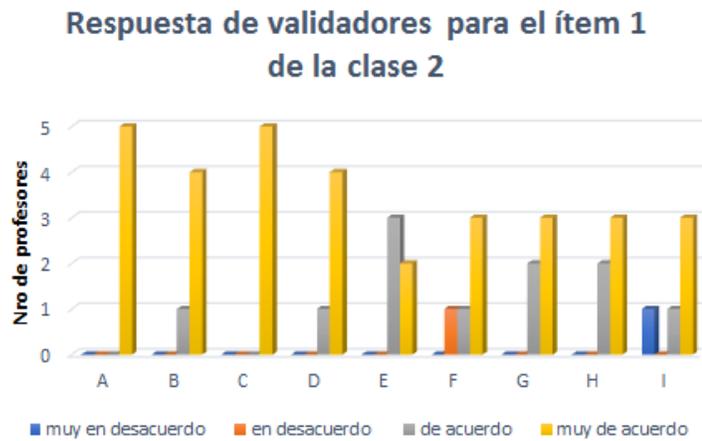
Tabla 4.1.2.1

Resumen respuestas de validadores para el ítem 1 de la clase 2

Sección	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
A	0	0	0	5
B	0	0	1	4
C	0	0	0	5
D	0	0	1	4
E	0	0	3	2
F	0	1	1	3
G	0	0	2	3
H	0	0	2	3
I	1	0	1	3

Imagen 4.1.2.1

Gráfico resumen respuesta de validadores para el ítem 1 de la clase 2



Observando el gráfico, otra vez la mayor parte de las categorías se encuentran mayoritariamente en “muy de acuerdo”, aunque en la categoría E, la mayoría colocó que están de acuerdo a que se aclara el concepto de vida media. Por otro lado, existe un “muy en desacuerdo” en cuanto al poder realizar la guía en el tiempo convenido.

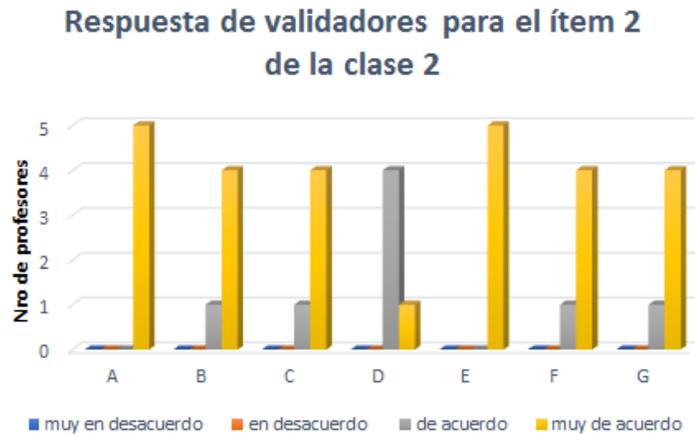
Tabla 4.1.2.2

Resumen respuestas de validadores para el ítem 2 de la clase 2

Sección	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
A	0	0	0	5
B	0	0	1	4
C	0	0	1	4
D	0	0	4	1
E	0	0	0	5
F	0	0	1	4
G	0	0	1	4

Imagen 4.1.2.2

Gráfico resumen respuesta de validadores para el ítem 2 de la clase 2



Una vez más se contestaron sólo buenas apreciaciones de los contenidos, distribución y material didáctico creado y ocupado, donde los profesores están en las categorías de: “de acuerdo” y “muy de acuerdo”.

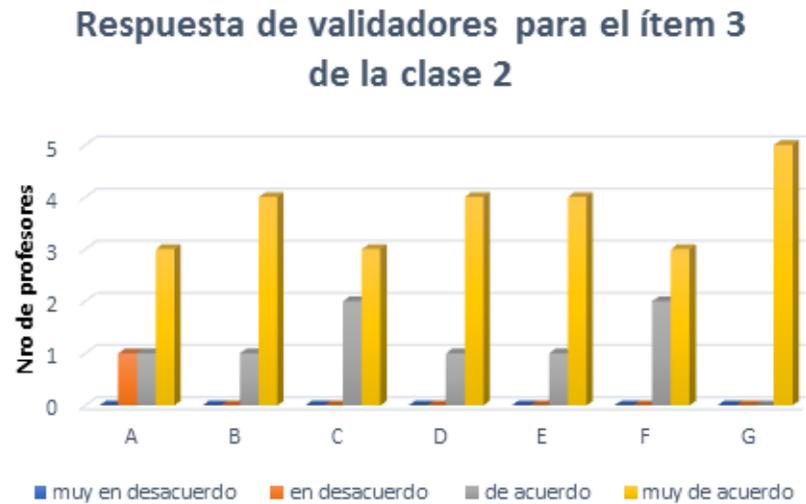
Tabla 4.1.2.3

Resumen respuestas de validadores para el ítem 3 de la clase 2

Sección	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
A	0	1	1	3
B	0	0	1	4
C	0	0	2	3
D	0	0	1	4
E	0	0	1	4
F	0	0	2	3
G	0	0	0	5

Imagen 4.1.2.3

Gráfico resumen respuesta de validadores para el ítem 3 de la clase 2



Se aprecia tan sólo una respuesta “en desacuerdo” que cuestiona la estructura de la guía como modelizadora.

4.1.3 Validación clase 3: Cadenas y Familias Radiactivas.

Para esta clase se evaluaron tres ítems, los cuales son:

- 1) Validación de la guía como material de trabajo
- 2) Uso de la aplicación como material didáctico
- 3) Metodología

Cada uno de ellos se desglosa en secciones con sus indicadores principales para la evaluación denotadas por letras del abecedario con el fin de facilitar su lectura en una tabla, donde estos fueron desglosados en el capítulo 3 sección 3.3 subsección 3.3.1. Es por ello que de acuerdo con las respuestas de los validadores en la encuesta likert es posible realizar un resumen de éstas como se observa en la tabla y en el gráfico de cada ítem.

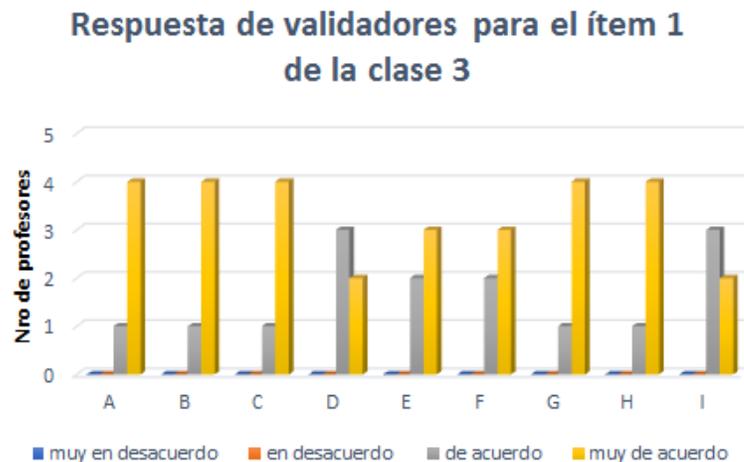
Tabla 4.1.3.1

Resumen respuestas de validadores para el ítem 1 de la clase 3

Sección	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
A	0	0	1	4
B	0	0	1	4
C	0	0	1	4
D	0	0	3	2
E	0	0	2	3
F	0	0	2	3
G	0	0	1	4
H	0	0	1	4
I	0	0	3	2

Imagen 4.1.3.1

Gráfico resumen respuesta de validadores para el ítem 1 de la clase 3



Para este ítem sólo se recibió respuestas aceptando las categorías, en las cuales no se realizaron comentarios adicionales.

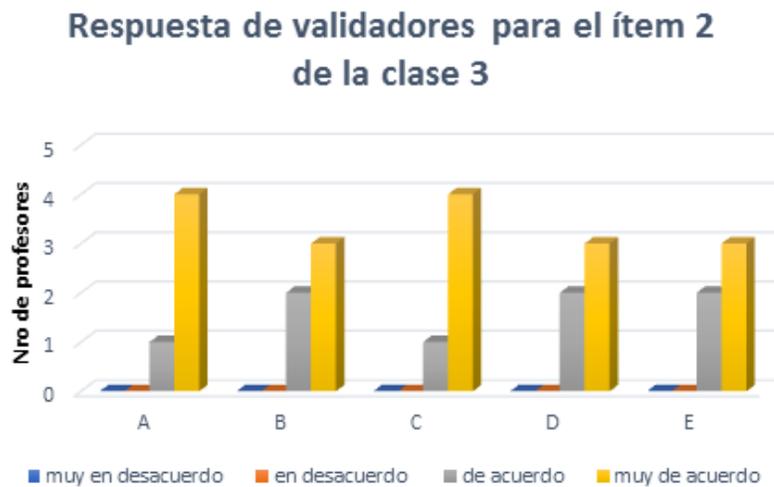
Tabla 4.1.3.2

Resumen respuestas de validadores para el ítem 2 de la clase 3

Sección	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
A	0	0	1	4
B	0	0	2	3
C	0	0	1	4
D	0	0	2	3
E	0	0	2	3

Imagen 4.1.3.2

Gráfico resumen respuesta de validadores para el ítem 2 de la clase 3



El uso de la aplicación como material didáctico fue recibido de forma positiva, al encontrar que los profesores validadores evaluaron este ítem con respuestas mayoritariamente “muy de acuerdo”.

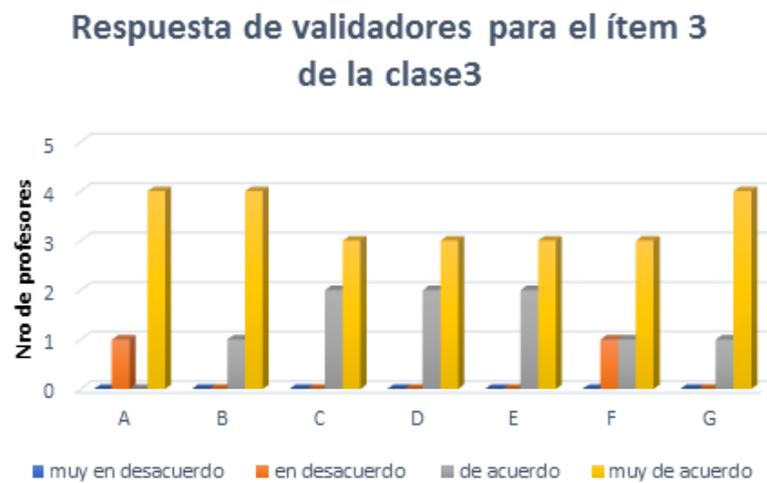
Tabla 4.1.3.3

Resumen respuestas de validadores para el ítem 3 de la clase 3

Sección	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
A	0	1	0	4
B	0	0	1	4
C	0	0	2	3
D	0	0	2	3
E	0	0	2	3
F	0	1	1	3
G	0	0	1	4

Imagen 4.1.3.3

Gráfico resumen respuesta de validadores para el ítem 3 de la clase 3



Una vez más se observa que las categorías son evaluadas de forma positiva, encontrándose “en desacuerdo” con respecto a la metodología modelizadora y su estructura.

4.1.4 Validación clase 4: Fisión y Fusión nuclear

Para esta clase se evaluaron cuatro ítems, los cuales son:

- 1) Validación de la guía como material de trabajo
- 2) Uso de la aplicación como material didáctico
- 3) Uso de videos como material didáctico
- 4) Metodología

Cada uno de ellos se desglosa en secciones con sus indicadores principales para la evaluación denotadas por letras del abecedario con el fin de facilitar su lectura en una tabla. Es por ello que de acuerdo con las respuestas de los validadores en la encuesta likert es posible realizar un resumen de éstas como se observa en la tabla y en el gráfico de cada ítem.

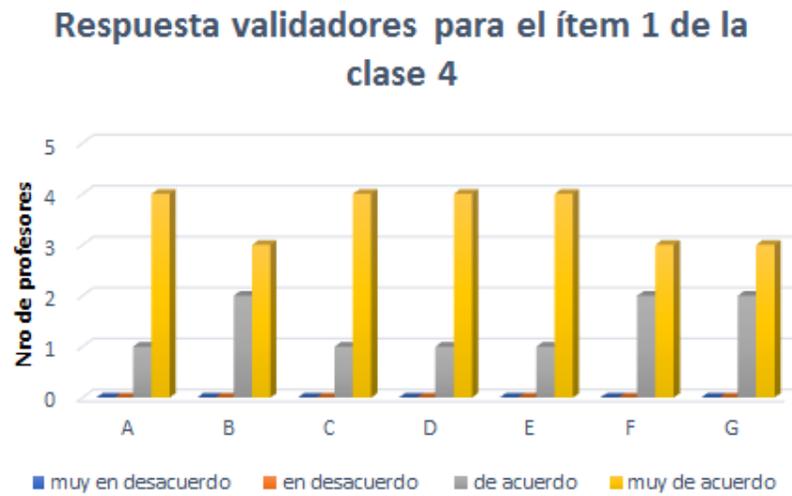
Tabla 4.1.4.1

Resumen respuestas de validadores para el ítem 1 de la clase 4

Sección	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
A	0	0	1	4
B	0	0	2	3
C	0	0	1	4
D	0	0	1	4
E	0	0	1	4
F	0	0	2	3
G	0	0	2	3

Imagen 4.1.4.1

Gráfico resumen respuesta de validadores para el ítem 1 de la clase 4



En esta clase, ningún profesor se mostró disconforme con el material creado, ni el tiempo que demoraría en implementarlo.

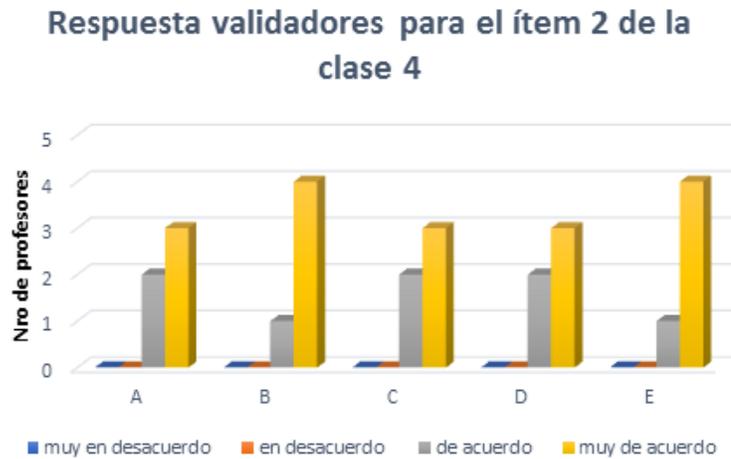
Tabla 4.1.4.2

Resumen respuestas de validadores para el ítem 2 de la clase 4

Sección	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
A	0	0	2	3
B	0	0	1	4
C	0	0	2	3
D	0	0	2	3
E	0	0	1	4

Imagen 4.1.4.2

Gráfico resumen respuesta de validadores para el ítem 2 de la clase 4



La aplicación a utilizar (Física en la escuela) se ha evaluado con una mayoría de “muy de acuerdo” para todas las categorías.

Tabla 4.1.4.3

Resumen respuestas de validadores para el ítem 3 de la clase 4

Sección	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
A	0	0	0	5
B	0	0	1	4
C	0	0	1	4
D	0	0	1	4
E	0	0	1	4
F	0	0	1	4
G	0	0	1	4
H	0	1	0	4
I	0	0	2	3

Imagen 4.1.4.3

Gráfico resumen respuesta de validadores para el ítem 3 de la clase 4



En cuanto al video, éste se encuentra evaluado con “muy de acuerdo” en todas las categorías y tan sólo un validador estuvo “en desacuerdo” con respecto a que la guía no potencia el modelo.

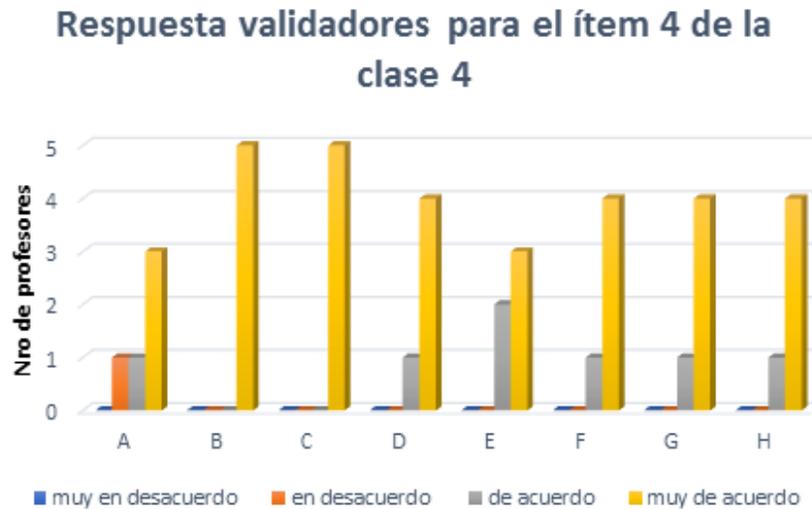
Tabla 4.1.4.4

Resumen respuestas de validadores para el ítem 4 de la clase 4

Sección	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
A	0	1	1	3
B	0	0	0	5
C	0	0	0	5
D	0	0	1	4
E	0	0	2	3
F	0	0	1	4
G	0	0	1	4
H	0	0	1	4

Imagen 4.1.4.4

Gráfico resumen respuesta de validadores para el ítem 4 de la clase 4



Una vez más, se tienen la mayoría de las categorías evaluadas de forma “muy de acuerdo”, pese a que un evaluador está “en desacuerdo” con la metodología de la guía.

4.1.5 Validación clase 5: Evaluación.

A pesar de que se proponen dos opciones distintas de evaluación de la unidad, estas fueron evaluadas de forma conjunta con una sola escala Likert, de la cual surgen tres ítems, los cuales son los siguientes:

- 1) Validación de la actividad de debate
- 2) Validación de la actividad de feria científica
- 3) Metodología

Cada uno de ellos se desglosa en secciones con sus indicadores principales para la evaluación denotadas por letras del abecedario con el fin de facilitar su lectura en una tabla, donde estos fueron desglosados en el capítulo 3 sección 3.3 subsección 3.3.1. Es por ello que de acuerdo con las respuestas de los validadores en la encuesta likert es posible realizar un resumen de éstas como se observa en la tabla y en el gráfico de cada ítem.

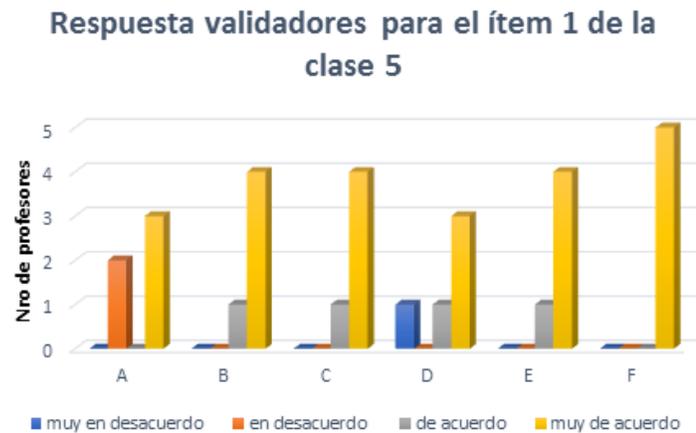
Tabla 4.1.5.1

Resumen respuestas de validadores para el ítem 1 de la clase 5

Sección	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
A	0	2	0	3
B	0	0	1	4
C	0	0	1	4
D	1	0	1	3
E	0	0	1	4
F	0	0	0	5

Imagen 4.1.5.1

Gráfico resumen respuesta de validadores para el ítem 1 de la clase 5



Para este ítem, se identifican dos validadores “en desacuerdo” en cuanto a la claridad de las indicaciones de la evaluación, mientras que un evaluador se encontró “muy en desacuerdo” a que el tiempo para realizar la evaluación sea el indicado.

Tabla 4.1.5.2

Resumen respuestas de validadores para el ítem 2 de la clase 5

Sección	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
A	1	0	0	4
B	0	0	0	5
C	0	0	0	5
D	1	0	2	2
E	0	0	1	4
F	0	0	0	5

Imagen 4.1.5.2

Gráfico resumen respuesta de validadores para el ítem 2 de la clase 5



Para este ítem, se identifican un validador “muy en desacuerdo” en cuanto a la claridad de las indicaciones de la evaluación, mientras que otro evaluador se encontró “muy en desacuerdo” a que el tiempo para realizar la evaluación sea el indicado.

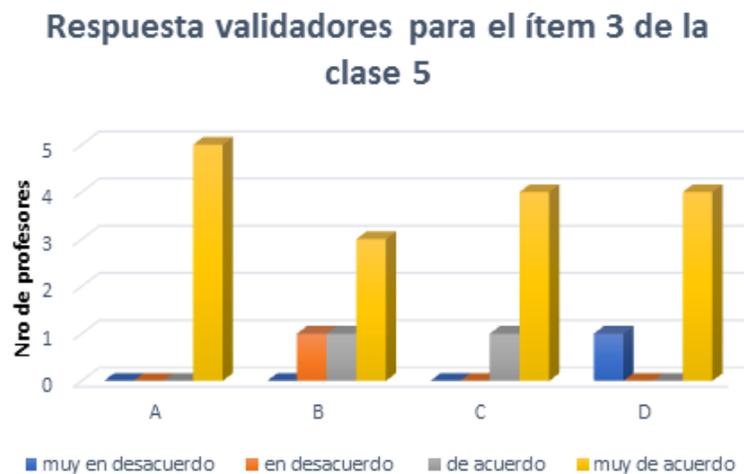
Tabla 4.1.5.3

Resumen respuestas de validadores para el ítem 3 de la clase 5

Sección	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
A	0	0	0	5
B	0	1	1	3
C	0	0	1	4
D	1	0	0	4

Imagen 4.1.5.3

Gráfico resumen respuesta de validadores para el ítem 3 de la clase 5



Una de las categorías se fue evaluada con un “muy en desacuerdo” por parte de un evaluador, ya que consideró que no había concordancia con la modelización y la evaluación realizada.

4.2 Cambios del material didáctico tras la validación

Así, de igual manera que los profesores validaron el material de las clases de acuerdo a la encuesta likert correspondiente a cada una de ellas, también compartieron sus opiniones de ciertos puntos que ellos consideraron relevantes para el mejoramiento del material. Es por ello

que a continuación se presentan los cambios producidos en el material de acuerdo a los comentarios de los docentes y a lo que se expresa en las escalas de evaluación utilizados, como se presenta a continuación en las siguientes tablas.

Tabla 4.2.1

Resumen comentarios validador 1

Clases	Observaciones validador 1
1	Tanto en el texto como en el video no se explica mucho sobre por qué no se consideró en el tiempo el modelo de Demócrito, ni cómo resurgió la idea del "átomo" con Dalton; no se aprecia una conexión en las ideas. Otra cosa: en el video se menciona las "aproximaciones cuánticas" del modelo de Sommerfeld, pero ¿entenderían los alumnos a qué se refiere eso, dado que es la primera vez en el video donde se menciona la palabra "cuántica"?
2	El texto introductorio ("un poco de historia") tiene una redacción poco coherente; salta desde el trabajo de Becquerel a la vida de Marie Curie sin conectar ambos párrafos.
3	Sin comentarios.
4	Sin comentarios.
5	Considero que en la lista de temas para debate debería mencionarse solamente aquellos en los que efectivamente se pudiera dar alguna polémica o discusión; los tipos de radiactividad no darían para un tema de debate.

Tabla 4.2.2

Resumen comentarios validador 2

Clases	Observaciones validador 2
1	En términos generales, me parece una buena propuesta de material, destacando que la duración extensa del video puede hacer que los estudiantes pierdan el foco o la concentración. Tal vez realizar un video en el cual se pueda interactuar con los estudiantes, agregar música o realizar las pausas necesarias de tal modo que puedan procesar la información.

2	Sin comentarios.
3	Sin comentarios.
4	Me parece excelente que en el video se pueda realizar un análisis de lo que sucedería en el caso de que la bomba explotará en la ciudad que ellos viven. Si se quiere trabajar el enfoque cts también se podría utilizar esa parte del video para generar discusión al interior del curso, analizando las repercusiones del caso a evaluar.
5	En términos generales me parece un excelente material para desarrollar con los estudiantes, incluyendo un enfoque cts. Sugiero que si se utilizarán guías para todas las clases, estas tengas una gama más amplia de actividades y no solo sean pregunta respuesta de un video o texto, ya que se pueden incorporar otro tipo de ítems que permitan desarrollar más habilidades en los estudiantes. La actividad final me parece acorde al enfoque que se le dio la unidad. Excelente diseño.

Tabla 4.2.3

Resumen comentarios validador 3

Clases	Observaciones validador 3
1	En los espacios de discusión de ideas es posible que los estudiantes utilicen más tiempo que el deseado. Una alternativa es que se plantean ciertas preguntas directoras al razonamiento esperado de manera individual que no necesariamente deben ser respondidas (preguntas retóricas), para que el tiempo asignado a la discusión grupal sea provechoso. Respecto a los videos de esta clase, el audio es bueno y claro. Las imágenes atractivas. El contenido bien explicado. De vez en cuando un problema de dicción, salvable gracias al apoyo visual.
2	El factor tiempo es el que juega en contra en esta guía. A pesar que los estudiantes deben leer esa cantidad de palabras por minuto (550 – 600) la motivación personal de los mismos influye de gran manera. No olvidemos que los estudiantes revisarán el contenido de texto y la cantidad de páginas de la guía. Al notar la extensión de esta intentarán de dilatar la actividad para que esta dure la mayor cantidad de clases.
3	Considero que la guía está muy bien estructurada. Las actividades muestran un muy buen nivel de diseño y se estima bien el uso del tiempo. La app es de fácil acceso además de intuitiva. Buena elección.

4	En el video correspondiente a esta clase existe un error grave. Se nombra "AGUA PESADA" y se simboliza de manera equivocada "H2O2". Este compuesto químico es agua oxigenada, de nombre Peróxido de Hidrógeno. Deben corregir este error. El agua pesada se compone de Deuterio y Oxígeno, se simboliza 2 H 2 O.
5	Estas medidas evaluativas permiten mostrar al mismo estudiante sus aprendizajes de manera comprensiva y profunda. Promueve el compromiso y la visión crítica de la información que presentan los medios de comunicación. El uso de la herramienta C.R.I.T.I.C. me parece pertinente y acorde a la forma de trabajo propuesta en cada guía. La primera parte de las clases de evaluación propuestas tiene el mismo título que la segunda: "Rúbrica de evaluación para la feria científica sobre radiactividad".

Tabla 4.2.4

Resumen comentarios validador 4

Clases	Observaciones validador 4
1	Sugeriría que la pregunta "¿Por qué?" se reemplace por "justifique su respuesta" para que solo quede una pregunta. Las actividades y la parte de discusión para llegar a un consenso podrían tomar más tiempo del estimado.
2	Aparte de noticias en papel, se podría trabajar con blogs de opinión.
3	La guía de trabajo es algo extensa como para realizarse en 80 min., sería conveniente dividirla y realizarla en 2 clases para tener más espacio de discusión.
4	Sin comentarios.
5	Para realizar una evaluación tan completa como esa, probablemente se necesitará más de una clase.

Tabla 4.2.5

Resumen comentarios validador 5

Clases	Observaciones validador 5
1	"Contenido didáctico definido" no entiendo a qué se refiere.

2	<p>Cuando expongo “2” para la complejidad de las preguntas lo hago pensando que pueden ser más complejas las preguntas, justamente a que los estudiantes serán de cuarto medio. Creo que pueden subir el nivel aún más.</p> <p>Genial lo de las noticias.</p>
3	<p>Es difícil pronosticar el tipo de respuestas que pueden dar los estudiantes.</p> <p>Ojalá la próxima vez mostrar tipos de respuestas esperados para opinar con respecto a la redacción de las preguntas.</p>
4	<p>Prefiero preguntas en un comienzo del tipo descriptivas y que luego vayan pasando a ideas entorno a las ideas científicas que se quieran enseñar.</p>
5	<p>Debate necesita tiempo de preparación.</p> <p>Difícil es la evaluación de cada participante.</p> <p>A qué número de estudiantes está pensado? Podrían acotar el contexto.</p> <p>Por otro lado, es necesario realizar la secuencia completa? Cual clase es fundamental?</p>

A continuación, se realizaron los cambios apropiados al material creado considerando los comentarios de los profesores evaluadores de éste. Estos cambios, se presentan a través de una tabla donde se encuentra una columna con los elementos de la guía pre-validación y en la siguiente columna los cambios efectuados.

Tabla 4.2.6

Cambio I en el material didáctico del estudiante Clase 1

Material Pre-Validación	<p>No fue sino hasta 1808 cuando John Dalton retomó la concepción de la materia formada por átomos, quedando así como una hipótesis lógica que para ese tiempo contaba con detractores de todo ámbito en la ciencia.</p>
Material Post-Validación	<p>No fue sino hasta 1808 cuando John Dalton retomó la concepción de la materia formada por átomos porque buscaba una inferencia lógica para las combinaciones químicas, quedando así como una hipótesis lógica que para ese tiempo contaba con detractores de todo ámbito en la ciencia.</p>

Este cambio se debe al comentario realizado por el validador 1 para explicar por qué Dalton retoma la idea de Demócrito, bajo el contexto de la química. La modificación, sólo considera la

redacción y no es un cambio en cuanto al fondo de la idea.

Tabla 4.2.7

Cambio I en el material didáctico del docente Clase 1

<p>Material Pre-Validación</p>	<p>Para poner a prueba las ideas de los estudiantes, se proyectará directamente un video llamado "Modelos Atómicos". Hay que indicarle a los estudiantes que deben tomar apuntes del video para luego responder las preguntas 4, 5 y 6 asociadas al video. Estime un tiempo entre 16 a 18 minutos para ello.</p> <p>Una vez que los estudiantes hayan terminado de responder las preguntas, genere una puesta en común con las ideas de los estudiantes. Para ello contemple una duración entre 5 a 8 minutos.</p>
<p>Material Post-Validación</p>	<p>Para poner a prueba las ideas de los estudiantes, se proyectará directamente un video llamado "Modelos Atómicos". Hay que indicarles a los estudiantes que deben tomar apuntes del video para luego responder las preguntas 4, 5 y 6 asociadas al video. Estime un tiempo entre 16 a 18 minutos para ello.</p> <p>Una vez que los estudiantes hayan terminado de responder las preguntas, genere una puesta en común con las ideas de los estudiantes. Para ello contemple una duración entre 5 a 8 minutos.</p> <p>Considerar explicarles a los estudiantes el significado de la palabra cuántica, como una física donde se explican las cosas de forma discreta, esto quiere decir, no continuo.</p>

Como uno de los validadores señaló, puede que los estudiantes no tengan conocimiento del concepto "cuántica" nombrado en el video, es por ello que en las indicaciones al docente se le agrega una pequeña definición para que la nombre antes de comenzar el video.

Tabla 4.2.8

Cambio II en el material didáctico del estudiante Clase 1

<p>Material Pre-Validación</p>	<p>4.- Seleccionando el modelo atómico de Thomson ¿Es capaz de explicar la unión entre elementos químicos? ¿Por qué?</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>Material Post-Validación</p>	<p>4.- Seleccionando el modelo atómico de Thomson ¿Es capaz de explicar la unión entre elementos químicos? Justifique su respuesta.</p> <p>_____</p> <p>_____</p>

En este caso, nuevamente se realizó una sugerencia a la forma de la pregunta: para que no hayan dos, se propone cambiar "¿Por qué?" por "Justifique su respuesta". Nuevamente, esta modificación se comprende dentro de un contexto de redacción.

Tabla 4.2.9

Cambio I en el material didáctico del estudiante Clase 2

Material Pre-Validación	<p>emanaran algo que afectara las placas fotográficas cuando éstas se encontraban protegidas de la luz. A esta emanación la llamó radiación. Manya Skłodowska nació en un antiguo barrio de Varsovia, Polonia, en 1867. En el colegio siempre obtenía los primeros lugares, hasta que en su </p>
Material Post-Validación	<p>emanaran algo que afectara las placas fotográficas cuando éstas se encontraban protegidas de la luz. A esta emanación la llamó radiación. Pero tuvo que llegar una científica muy importante para dar pie a nuevas explicaciones. Manya Skłodowska nació en un antiguo barrio de Varsovia, Polonia, en 1867. En el colegio siempre obtenía los primeros lugares, hasta que en su </p>

Se sugirió que existiera una concordancia entre el párrafo referido a Becquerel y el siguiente, referido a Marie Curie. Nuevamente, se trata de una modificación de redacción.

Tabla 4.2.10

Cambio II en el material didáctico del estudiante Clase 2

Material Pre-Validación	<p>V) Lee el siguiente fragmento y trata de explicar qué sucedió</p> <p><i>El reactor nuclear de Oklo</i></p> <p>La compañía de minas de uranio de Franceville, Gabón, África, concentraba el uranio proveniente de las minas de uranio con el propósito final de producir combustible para reactores nucleares. En</p>
Material Post-Validación	<p>Se omite el texto “Reactor nuclear de Oklo”, ya que la guía es muy extensa.</p>

Debido a la extensión de la guía, se decidió omitir el último texto de aplicación del contenido, ya que éste tenía como contexto un reactor natural y los estudiantes no conocerían el funcionamiento de uno sino hasta la clase 4, por lo que se determinó prescindir de él.

Tabla 4.2.11

Cambios generales del material didáctico docente

<p>Material Pre-Validación</p>	<p>2.- De acuerdo a tus respuestas anteriores y lo que aparece en la introducción ¿Dónde crees que es posible que se encuentre una cadena radiactiva? ¿Cómo crees que se producen en las centrales nucleares y en las bombas nucleares?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>Material Post-Validación</p>	<p>2.- De acuerdo a tu respuesta anterior ¿Dónde piensas que es posible que se encuentre una cadena radiactiva? ¿Cómo piensas que se producen en las centrales nucleares y en las bombas nucleares?</p> <p><u>En centrales nucleares y bombas nucleares.</u></p> <p><u>Por medio de los residuos radiactivos</u></p> <p>_____</p> <p>_____</p>

En este caso, los validadores sugirieron agregar a la guía del docente las respuestas claves que se esperan de los estudiantes.

Tabla 4.2.12

Cambios para los temas Clase 5, evaluación debate

<p>Temas Pre-Validación</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Radiactividad y medicina. - Radiactividad como fuente de energía. - Radiactividad en la sociedad. - Efectos de la radiactividad en la salud. - Accidentes que involucren a la radiactividad. - Bombas nucleares y su funcionamiento. - Centrales nucleares y su funcionamiento. - Tipos de radiactividad (α, β y γ). - Protección ante la radiactividad. - Uso de la radiactividad en la producción de alimentos.
<p>Temas Post-Validación</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Radiactividad y medicina. - Radiactividad como fuente de energía. - Efectos de la radiactividad excesiva en la salud. - Accidentes que involucren a la radiactividad. - Bombas nucleares y su funcionamiento. - Centrales nucleares y su funcionamiento. - Uso de la radiactividad en la producción de alimentos.

De la misma forma, otros de los cambios sugeridos por los docentes validadores se refiere a los temas tratados en la clase de evaluación de debates, sugiriendo que se debía acotar los temas a tratar o dicho de otra forma, que se debía reducir la cantidad de temas que se proponen, ya que estos no daban pie a discusiones dentro del debate, como se puede observar en la tabla 4.2.12 el temas que se suprimieron fueron: “Radiactividad en la sociedad”, “Tipos de radiactividad, (α , β y γ)” y “Protección ante la radiactividad”. Así los cambios se pueden ver a continuación.

Tabla 4.2.13

Cambios en los indicadores a evaluar Clase 5

<p>Secciones evaluables Pre-Validación</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Aspectos generales - Contenido del escrito - Roles del debate - Contenido presentado - Respuestas a preguntas - Conclusión
<p>Secciones evaluables Post-Validación</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Aspectos generales - Contenido del escrito - Roles del debate - Contenido presentado - Manejo de la información - Terminología - Respuestas a preguntas - Conclusión

Por último, dentro de la validación del material, surgió la opinión de que hacían falta ítems en donde se evalúen los conocimientos de los estudiantes con respecto al tema o sobre el correcto uso de los términos visto durante las clases, es por ello que se incorporaron a las rúbricas de evaluación de las clases dos nuevas secciones a evaluar, como se muestra en la tabla 4.2.13.

Conclusiones

Con respecto al diseño didáctico:

Como se ha visto a lo largo de este Seminario de Grado, en donde se trató de complementar la enseñanza de la radiactividad para el nivel de cuarto año de enseñanza media de la educación chilena según el marco curricular vigente, los estudiantes presentan dificultades en el entendimiento o el aprendizaje de la radiactividad y sus relacionados. Se aportó con la creación de una unidad didáctica que apoya la construcción de las ideas del modelo de radiactividad, vida media, cadenas radiactivas y familias, fisión y fusión nuclear, de forma contextualizada con problemas relevantes a la sociedad del siglo XXI, abordando temáticas de ámbitos políticos, económicos y tecnológicos como el uso de la radiactividad en la medicina, la fisión en temas bélicos y de generación de electricidad, por lo tanto se cumple con los enfoques propuestos en este Seminario de Grado, los cuales fueron CTS, TIC's y Modelización. Así mismo, se incentiva dentro de éstas la concepción de modelos y la diferencia entre teoría e hipótesis aportando con las ideas del modelo de radiactividad, que en base a la literatura no son declaradas explícitamente, sino como un proceso de búsqueda en donde los estudiantes pueden generar el concepto a partir de las evidencias encontradas durante el transcurso del uso del material, como quedó explícito en el capítulo tres de este Seminario.

A su vez, es destacable que tras la evaluación del material la mayoría de los resultados se encuentran entre los dos valores máximos de aprobación (“de acuerdo” y “muy de acuerdo”). Estos hacen referencia a un material que está creado correctamente y en concordancia con lo expuesto en este Seminario de Grado sobre los enfoques CTS y TIC's y el diseño Modelizador de las guías. Así, la propuesta fue aprobado por la totalidad de los expertos, lo que conlleva a validarla de forma plena para ser considerada como una opción para formalizar el aprendizaje en radiactividad.

Por otro lado, lo propuesto en este trabajo de Seminario de Grado logra cumplir su meta, ya que hemos definido los modelos atómicos y los conceptos asociados con la radiactividad según diversas fuentes de difusión científica. Además, elaboramos los recursos de aprendizajes comprendidos con videos, guías y noticias que promueven el modelo de radiactividad que se pretende potenciar. De esta forma, las diversas actividades aportan a un análisis de las aplicaciones y consecuencias de la radiactividad en el quehacer diario. Todo esto se apoyó con la creación de material con indicaciones para el docente con el fin de orientar el aprendizaje de los estudiantes. Luego, se presentó la propuesta didáctica a expertos para que la evaluaran

según su juicio y práctica docente, donde ellos propusieron algunos cambios que se realizaron para presentar una refinación del material. Por lo tanto, debido a todo lo anterior, se cumplió el objetivo general de la propuesta de este seminario de grado el cual era “Elaborar y validar una propuesta didáctica para la enseñanza del modelo atómico y la radiactividad en cuarto año medio, utilizando un enfoque CTS, TIC’s y Modelización”.

Con respecto al refinamiento del material:

Pintó, Hernández y Constantino (2014) señalan que los materiales didácticos pueden ser refinados con base en criterios relacionados a aspectos del contenido pedagógico y ejecución práctica, siendo generalmente los cambios en torno a modelos los de naturaleza más compleja, esta categorización permite observar orden, mejores orientaciones al docente, entre otros. Teniendo esto presente, se observa que el material consta de correcciones únicamente en las secciones de lenguaje o cantidad de material entregado, es decir, como se vio en el capítulo cuatro, el material tiene correcciones en:

- Redacción en párrafos y preguntas.
- Respuestas tipo para el docente.
- Cantidad de temas para la clase de debate.
- Ítems que se deben agregar en la rúbrica de evaluación.

Las cuales son de carácter inferior a los cambios de modelos que menciona Pintó, Hernández y Constantino. Esto habla, al igual que la validación de los expertos, de un material pulido y apto para su trabajo, donde el desarrollo del modelo para cada una de las clases a trabajar es apoyado y construido por las preguntas y actividades realizadas en el material.

Proyecciones

Es por todo lo anterior que este material, puede considerarse apto para su implementación en centros educacionales de Chile en el nivel de cuarto año de enseñanza media, por limitaciones de tiempo y recursos, este Seminario de Grado sólo apunta a la creación del material que pueda ser un apoyo para la enseñanza de la radiactividad. Se deja la alternativa de la aplicación de este material como una ventana abierta a realizar en un futuro por algún docente, cuyos resultados terminaran de validar o incluso aportar a un refinamiento final del material, bajo la

mirada de la investigación y la puesta en práctica de las actividades mencionadas anteriormente.

Referencias

- Amadeu, R., & Leal, J. (2013). Ventajas del uso de simulaciones por ordenador en el aprendizaje de la Física. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 31(3), 177-188.
- Bulbulian, S. (1987). *La radiactividad*. México, Fondo de Cultura Económica.
- Buzan, T. (2002). *Cómo crear mapas mentales: el instrumento clave para desarrollar tus capacidades mentales que cambiará tu vida*. España, Urano.
- Cao, J., & Castiñeiras, J. (2015). Estado de la cuestión sobre el aprendizaje y la enseñanza de la radiactividad en la educación secundaria. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 33(3), 137-158.
- Carr, W. (1989). *Hacia una ciencia crítica de la educación*, Leartes, Barcelona.
- Carr, W., & Kemmis, S. (1988). *Teoría crítica de la enseñanza: la investigación-acción en la formación del profesorado*. Ediciones Martínez Roca.
- Carvajal, I., & Puig, N. (2013). El problema de la transferencia en el aprendizaje científico: análisis de la implementación en el aula de una unidad didáctica contextualizada. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 2125-2130.
- Concari, S. (2001). Las teorías y modelos en la explicación científica: implicancias para la enseñanza de las ciencias. *Ciência & Educação (Bauru)*, 7(1), 85-94.
- Corcho, R. (2013). *La fisión nuclear: Uranio partido por dos, igual a energía. Grandes ideas de la ciencia*. España, Cayfosa: RBA
- Couso, D. (2014). De la moda de "aprender indagando" a la indagación para modelizar: una reflexión crítica. *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante*, 26.
- De Ruggiero, G. (1964). *Filosofías del siglo XX* (No. 1). Paidós.
- Delgado, M., Arrieta, X., & Riveros, V. (2009). Uso de las TIC en educación, una propuesta para su optimización. *Omnia*, 15(3).
- Daggett, S. (2010). *Costs of Major US Wars*. Library of Congress Washington DC Congressional research service.
- Gallego, A., Gallego, R., & Pérez, R. (2006). ¿Qué versión de ciencia se enseña en el aula?: Sobre los modelos científicos y la didáctica de la modelación. *Educación y educadores*, 9(1), 105-116.
- Garrido, J. (1991). Modelización de patrones melódicos del español para la síntesis y el reconocimiento. *Depto. de Filología Española, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, Spain*. Graells, P. M. (2012). Impacto de las TIC en la educación: Funciones y limitaciones. *3ciencias*, 1-15.

- González, M, Luján, J., & López, J. (1996). *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. España, Tecnos.
- Gutiérrez, E., Capuano, V., Perrotta, M., & Follari, B. (2000). ¿Qué piensan los jóvenes sobre radiactividad, estructura atómica y energía nuclear? *Enseñanza de las ciencias*, 18(2), 247-254.
- Kortland, J. (1992). STS in secondary education: Trends and issues. In *Conferencia del Congreso Science and technology studies in research and education*. Barcelona.
- Larrain, A. (2009). El rol de la argumentación en la alfabetización científica. *Estudios públicos*, 116(4), 167-193.
- Laserna, D. B. (2012). *Schrödinger, las paradojas cuánticas: "el universo está en la onda". Grandes ideas de la ciencia*. España, Cayfosa: RBA.
- Lijnse, P. (1993). Developmental Research as a Way to an Empirically Based Didactical Structure of Physics: The Case of Radioactivity.
- McComas, W., Blunck, S., McArthur, J., & Brockmeyer, M. (1992). Changing the Focus: Fostering the Development of Science, Technology, and Society Programs in Schools. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 12(6), 294-298.
- Montoya-Aguilar, C. (2005). Antecedentes para una política gubernamental de energía que favorezca a la salud, el ambiente, la economía y la soberanía nacional. *Cuad Med Soc*, 45(2), 81-92.
- Murriello, S. (2014). CTS en la formación del profesorado de ciencias. Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación.
- Narváez, E. (2006). Una mirada a la Escuela Nueva. *Educere*, 35, 629-636.
- Paez, A. M. (2015). Marie Curie, la radiactividad y los elementos: "El secreto mejor guardado de la materia". *Grandes ideas de la ciencia*. España, Rodesa. RBA.
- Pintó, R., Hernández, M., & Constantinou, C. (2014). On the Transfer of Teaching-Learning Materials from One Educational Setting to Another. C., Bruguière, et al. (eds.) (2014) En *Topics and Trends in Current Science Education*. Contribution from Science Education Research, 1, 535-552. Francia, Springer Netherlands.
- Posada, J., & Prieto, T. (1990). Exploraciones gráficas de ideas extraescolares de los alumnos sobre radiactividad. *Enseñanza de las Ciencias*, 8(2), 127-132.
- Puentes, A., Roig, R., Sanhueza, S., & Friz, M. (2014). Concepciones sobre las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC y sus implicaciones educativas: Un estudio exploratorio con profesorado de la provincia de Ñuble, Chile. *Revista iberoamericana de ciencia tecnología y sociedad*, 8(22), 75-88.
- Russell, B. (2000). *El conocimiento humano*. España, Folio.
- Sanmartín, J., & Luján, J. (1992). Educación en ciencia, tecnología y sociedad. *Estudios sobre sociedad y tecnología*. Barcelona: Anthropos.

- Solaz-Portolés, J., López, V., Milla, E., de les Ciències, D., & i Socials, E. (2012). ¿Es adecuada la presentación de los modelos atómicos desde el punto de vista histórico y epistemológico en los textos educativos de Bachillerato? *Química viva*, 2012, 11(3), 229-239.
- Torres Merchán, N. Y., & Solbes Matarredona, J. (2016). Contribuciones de una intervención didáctica usando cuestiones sociocientíficas para desarrollar el pensamiento crítico. *Enseñanza de las Ciencias*, 2016, 34(2), 43-65.
- Villaplana, Á. C. (2013). Teorías y modelos: formas de representación de la realidad. *Revista Comunicación*, 12(1), 33-46.
- Vilches, A., & Furió, C. (1999). Ciencia, tecnología, sociedad: implicaciones en la educación científica para el siglo XXI. *Biblioteca Digital da OEI*.
- Waks, L. (1990). Educación en ciencia, tecnología y sociedad: orígenes, desarrollos internacionales y desafíos intelectuales. *Ciencia, tecnología y sociedad. Estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública, Barcelona, Anthropos*.
- Waks, L. (1992). The responsibility spiral: a curriculum framework for STS education. *Theory into Practice*, 31(1), 13-19.

Apéndice

Apéndice 1: Guion videos

Apéndice 1.1: Video “Teorías de modelo atómico”

Mira hacia a tu alrededor, el mundo que nos rodea está formado por moléculas, éstas de elementos. La materia se divide hasta llegar a un punto estable. Bueno, esto según Demócrito, filósofo griego, fue quién concibió el pensamiento sobre la materia siendo ésta formada por partículas muy pequeñas, tanto que llega un punto en el cual no se pueden dividir más. A estas partículas las llamó átomos. Por lo tanto, se comprende que debe existir una gran cantidad de ellos, que ya en una gota de agua se puede encontrar aproximadamente mil trillones de átomos. Ésta cantidad tan grande permite formarse una idea sobre la pequeñez del átomo.

Pero No fue, sino hasta 1808 cuando John Dalton retomó la concepción de la materia formada por átomos.

Aunque mucho tiempo más tarde, en 1896, el físico británico Joseph John Thomson llevó a cabo experimentos que indicaron que los rayos catódicos eran realmente partículas, realizando buenas estimaciones tanto de la carga como de la masa de ellas, determinándola como aproximadamente una dosmilésima parte de la masa del hidrógeno. Estas partículas se llamaron electrones. Así, un año después, idea su modelo atómico que se compone por una esfera con carga positiva y de electrones que están presentes en grandes cantidades dentro de ésta, neutralizando de esta forma la carga, por lo que si un átomo perdía electrones, éste quedaría cargado positivamente y si ganaba electrones adquiriría carga negativa.

Viñeta: “Los átomos de los elementos constituyentes consisten en un cierto número de corpúsculos cargados negativamente encerrados en una esfera de electrificación positiva uniforme”.

Hay que señalar que la única materia que tienen los átomos era la proporcionada por los electrones, por lo que su número dentro del átomo debería ser alrededor de miles de estas partículas dispersadas de forma ordenada.

Viñeta: “los electrones explican la carga del átomo y su masa”.

Sin embargo, hacia finales de 1905 resultados experimentales supusieron que el número de electrones en cada átomo no podía ser mayor que algunas decenas, lo que conllevó a pensar

que la mayor parte de la masa debería estar contenida en la parte con carga positiva.

Traemos a escena a Ernest Rutherford quién realizó un experimento en el cual atravesaba con partículas alfa una lámina delgada de metal y que luego incidían en una placa fotográfica, observándose en ésta el punto final de la trayectoria. Al examinarla, advirtió que la mayoría de las partículas no cambiaron su dirección, pero en los bordes de la placa se veía una zona difusa

Viñeta: “Esto significa que las partículas se han desviado, han rebotado. Si el modelo de Thomson fuese correcto, las cargas positivas y negativas estarían bien difundidas en todo el material y las partículas alfa pasarían casi sin desviarse”.

Este experimento significó para Rutherford que en alguna parte del átomo debía existir un núcleo muy denso y cargado positivamente que sería capaz de rechazar las partículas alfa y en 1911 postula el conocido modelo planetario donde ubica las cargas positivas en la parte central del átomo, al cual nombró como núcleo y a las partículas de carga negativa girando en órbitas circulares alrededor de este.

Uno de los problemas fundamentales relacionados con este modelo atómico es que si el movimiento de los electrones fuese circular, implica una pérdida de energía que provocaría que la órbita descrita fuese cada vez más pequeña, conllevando a que la materia fuese inestable debido a la radiación que emitirían los electrones al perder energía.

Luego en 1913, Niels Bohr trataba de explicar el fenómeno del espectro de los elementos: este fenómeno, se produce cuando se le entregaba energía a un material de cierto elemento, éste emite unos colores determinados que son visualizados en una placa fotográfica como una serie de rayas paralelas donde cada una de ellas corresponde a una frecuencia definida.

Viñeta: “Si los electrones pierden energía, se esperaría que el espectro de luz pasara por todas las energías posibles. Pero observando un átomo, este no emite ningún tipo de radiación, por lo que es posible suponer que la órbita es estable”

Al suministrarle energía al electrón, este sería capaz de orbitar a mayor distancia del núcleo, para luego volver a su estado inicial fundamental, soltando la energía excedente en forma de radiación, siendo esta la observada en el espectro.

Viñeta: “Propongo que los electrones sólo pueden ocupar órbitas concretas con energías determinadas. El átomo es estable si se considera con una naturaleza discreta. Cada uno de

estos niveles de energía es un múltiplo de la constante de Planck”

Una de las principales limitaciones de ese modelo es que sólo puede explicar los átomos más simples, como el de hidrógeno y solamente de una forma aproximada, ya que desde hace tiempo se conocía la denominada estructura fina del espectro, donde cada línea aparece doble.

Arnold Sommerfeld para el año 1916, realizó dos modificaciones al modelo de Bohr, haciendo una analogía con las órbitas planetarias del Sistema Solar, imaginó que los electrones debían estar en órbitas elípticas, introduciendo dos nuevas aproximaciones cuánticas para el movimiento de estas partículas.

Viñeta: “Las órbitas al ser elípticas explican por qué las líneas espectrales aparecen en dobletes o en tripletes, ya que para un mismo nivel de energía podían tener distintos comportamientos debido a las diversas excentricidades, como se ve en mi diagrama, con el nivel dos de energía”

Más tarde, en 1926, Erwin Schrödinger, concibe a los átomos como ondas materiales donde la interpretación que se le puede dar a este modelo es probabilística y permite realizar predicciones empíricas.

Viñeta: “Mi modelo atómico explica la estructura electrónica del átomo y su interacción con la estructura electrónica de otros átomos. También predice muy acertadamente la emisión de líneas espectrales, tanto de átomos neutros, como ionizados”.

También predice la modificación de los niveles energéticos cuando existe un campo magnético o eléctrico. Además, explica el enlace químico y su estabilidad molecular.

Como podemos observar el átomo propuesto por Rutherford presentó cambios apoyados en el desarrollo y descubrimiento de otros científicos para explicar con más exactitud los fenómenos observados.

Cabe señalar que el tamaño del núcleo es tan pequeño comparado con el resto del átomo, que si este fuera una esfera de 1 kilómetro de diámetro, su núcleo tendría apenas el tamaño de una bolita de 1 centímetro. A pesar de su pequeñez, el núcleo del átomo es muy pesado: Si se pudiera juntar materia nuclear en un volumen de 1 centímetro cúbico, su masa sería de doscientos millones de toneladas.

Apéndice 1.2: Video “Teorías de modelo nucleares”

Con el video anterior, pudimos observar que los átomos finalmente se componían de un núcleo central positivo y partículas negativas orbitándolo. Pero existía un problema: cabía pensar que al tener éstas cargas positivas juntas en el núcleo, la fuerza de repulsión de Coulomb estaría presente y no se podría compensar para mantenerlo estable.

A partir del año 1931 todas las dificultades con respecto al núcleo fueron resueltas por parte del físico inglés James Chadwick, quien descubrió el neutrón, partícula de masa casi igual a la del protón pero con carga eléctrica nula.

Inmediatamente Heisenberg, de forma independiente, propuso un modelo nuclear en el que sus constituyentes fundamentales eran neutrones y protones, denominados nucleones. El modelo protón-neutrón del núcleo ha sido aceptado universalmente y es la base de todos los estudios de estructura nuclear.

El modelo de gota líquida:

Fue propuesto por Y. Frenkel en el año 1939 y desarrollado luego por Niels Bohr y otros científicos.

Frenkel se dio cuenta de la similitud entre el núcleo del átomo y una gota de, para ello piensa que la saturación de las fuerzas nucleares llevan a este a adoptar una forma esférica, la cual sería equivalente a una tensión superficial.

Los líquidos poseen una compresibilidad pequeña y al observarse una densidad prácticamente igual en la sustancia de núcleos diferentes, se puede afirmar que también es poco compresivo.

El modelo de gota, permitió deducir la fórmula para la energía de enlace de las partículas en el núcleo. Además, este modelo ayuda a explicar el proceso de fisión de los núcleos pesados, ya que da lugar a núcleos más pequeños, también esféricos, tal como cuando se fracciona una gota de mercurio.

La analogía con la gotita de líquido sugiere la posibilidad de la existencia efectos de superficie. De hecho, no cabe esperar que un nucleón cerca de la superficie del núcleo se encuentre ligado tan fuertemente como un nucleón en el interior, puesto que tiene nucleones tan sólo hacia un lado en vez de todo alrededor.

En este modelo se pone en realce las propiedades de la materia nuclear, pero nada se dice

sobre los nucleones individuales.

Modelo de capas

Este modelo fue desarrollado por Maria Geoppety Mayer y otros científicos. En este modelo los nucleones se consideran en movimiento, independiente unos de otros.

Para cierto número de neutrones o protones, los núcleos muestran características especiales de estabilidad que recuerdan las propiedades que presentan los gases nobles en el conjunto de los átomos.

De forma experimental, se descubrió que para ciertos números de nucleones los núcleos muestran características especiales de estabilidad que recuerdan las propiedades que presentan los gases nobles en el conjunto de los átomos.

Meyer: "Sugiero que las capas nucleares podrían cerrarse cuando se alcanzaran estos números. En correspondencia con esto, existen niveles energéticos discretos, similares a los de los electrones del átomo"

Estos niveles se agrupan por capas, en cada una de las cuales puede encontrarse una cantidad determinada de nucleones. Una capa ocupada por completo constituye una formación especialmente estable.

Meyer: "De acuerdo con la práctica, aquellos núcleos que poseen un número de protones o neutrones (o ambos números) igual a 2 8 20 28 50 82 126 son denominados mágicos"

Un hecho fundamental es que los nucleones 3, 9 21, 51, 83, 127 están especialmente poco ligados.

Estos son los dos modelos nucleares que trabajarán a continuación

Apéndice 1.3: Video “Procesos nucleares”

En 1941, luego del ataque a la base naval de Pearl Harbor, el presidente estadounidense Franklin D. Roosevelt, dio comienzo al proyecto Manhattan liderado por el científico Robert Oppenheimer. La finalidad del proyecto Manhattan era la creación de la bomba nuclear, de las cuales crearon dos “Little Boy” de 15 Kt y “Fat Man” de 20 Kt.

El funcionamiento de la bomba nuclear o atómica no es difícil de entender, está compuesta por material radiactivo como son el Uranio o el Torio y un detonador que libera neutrones de baja velocidad. Una vez accionado el detonador, sucede lo siguiente:

Un neutrón lento se estrella con el núcleo del material radiactivo, que en este caso es Uranio 235.

El Uranio 235 transmuta a Uranio 236, haciéndose aún más inestable, provocando una división del núcleo en Bario y Kriptón, liberando energía en grandes cantidades junto con tres neutrones que salen despedidos del núcleo, estos neutrones se estrellan con otros núcleos produciéndose una reacción en cadena. Este proceso genera la explosión de energía de las bombas.

Si queremos tener una idea de que tanto afectaría una bomba nuclear en Chile, veamos la siguiente simulación.

Ahora veamos qué pasaría si explotara la bomba nuclear más grande conocida hasta ahora, que es de 100 Mt.

Una central nuclear tiene el mismo funcionamiento básico que la bomba nuclear o atómica, la diferencia es que el proceso de fisión de la central nuclear está “controlado” a diferencia que el de la bomba nuclear, que es un proceso “descontrolado”.

El proceso se controla mediante agua Pesada o HDO. Se liberan neutrones lentos que desestabilizan unos primeros núcleos de material Radiactivo, estos núcleos se dividen y liberan otros neutrones que se estrellan con la barrera de agua pesada, esto desacelera los neutrones dejando pasar solo algunos de los liberados que se estrellan con otros núcleos y así sucesivamente. Con cada división se libera energía, lo que calienta el agua donde se encuentra el material radiactivo, el vapor de agua sube por cañerías hasta unas turbinas, el vapor hace girar las turbinas las que a su vez producen la electricidad, una vez pasado por las turbinas el vapor se enfría para su reutilización, siempre y cuando en ella los residuos radiactivos no sean excesivos.

Apéndice 2: Guías estudiantes pre-validación

Apéndice 2.1: Guía clase 1

Mundo invisible

Nombre: _____ fecha: ___/___/___ curso: _____

Instrucciones:

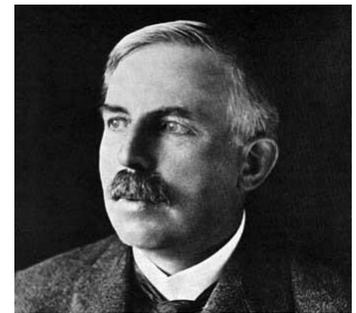
- Reúnanse en grupos de cuatro personas, cada uno debe trabajar y contestar en su guía.
- Ponga atención a las indicaciones del profesor durante las actividades.
- Descargue la aplicación “física en la escuela” desde la playstore.
- Apague el internet de su celular

Un poco de historia

Demócrito fue un filósofo griego que concibió el siguiente pensamiento: la materia estaba formada por partículas muy pequeñas, tanto que llega un punto en el cual no se pueden dividir. A estas partículas las llamó “átomos”. Su idea quedó sumergida por la de Platón, quien gozaba de mayor popularidad, al definir que la materia estaba compuesta por los cuatro elementos (fuego, aire, agua, tierra).

No fue sino hasta 1808 cuando John Dalton retomó la concepción de la materia formada por átomos, quedando así como una hipótesis lógica que para ese tiempo contaba con detractores de todo ámbito en la ciencia.

Luego el científico Joseph John Thomson en 1897 propone que los átomos sean considerados una gran partícula positiva en cuyo interior se encuentran varias partículas mucho más pequeñas, con carga eléctrica negativa. Luego entra en escena Ernest Rutherford quien mediante un experimento en su laboratorio, logra consolidar al “átomo” como una teoría.



Ernest Rutherford
(1871 – 1937)

Primera Parte

Activando nuestras ideas

De acuerdo a lo que leíste en la introducción y a tus conocimientos sobre este tema responde las siguientes preguntas.

1.- ¿Cuál piensas que es la diferencia entre “hipótesis” y “teoría”? Escribe 3 ejemplos para cada una.

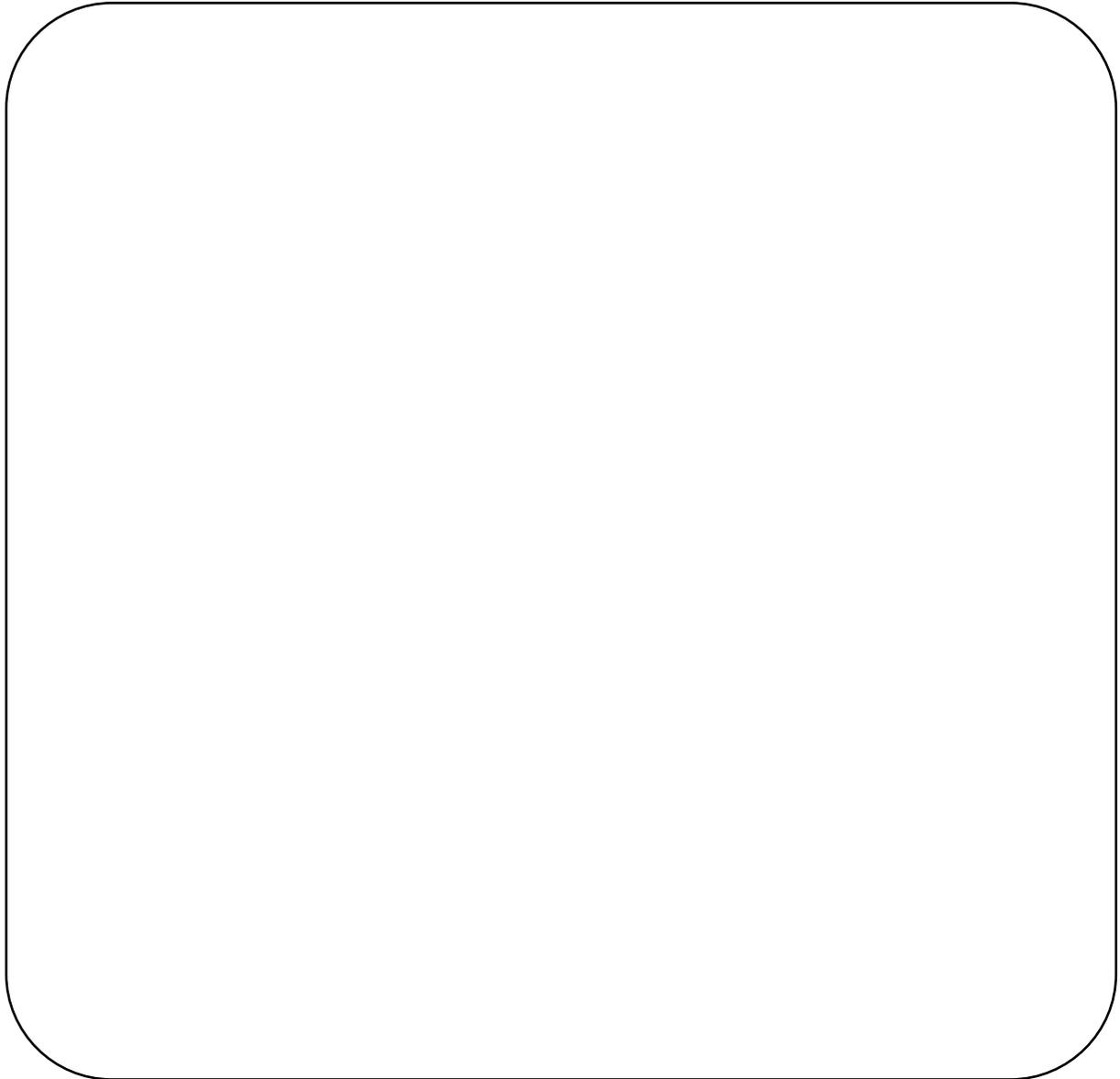
2.- ¿Qué recuerdas sobre los “modelos atómicos”?

3.- ¿Qué relevancia piensas tú que tiene en el desarrollo de la ciencia el desarrollo de un modelo atómico a otro?

Pongamos a prueba tus ideas

Desde el punto de vista de la ciencia para llegar a comprender la realidad se generan propuestas que intentan explicarla, pero éstas deben pasar “pruebas” o ser capaz de responder frente a distintos sucesos que se observan.

A continuación, verán un video explicativo sobre el desarrollo de los modelos atómicos a lo largo de la historia. En el siguiente espacio, puedes tomar apuntes sobre cada uno de ellos (propuesta del modelo, científico asociado, fecha, experimentos, identificar los errores de cada modelo, etc.).

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for taking notes. The box is centered on the page and occupies most of the lower half of the page.

4.- Seleccionando el modelo atómico de Thomson ¿Es capaz de explicar la unión entre elementos químicos? ¿Por qué?

5.- Ocupando el modelo atómico de Rutherford ¿Piensas que se pueda explicar la estabilidad de los átomos (que los electrones no caigan hacia el núcleo)? ¿Por qué?

6.- Observando los modelos propuestos por Bohr, Sommerfeld y Schrödinger ¿Son capaces de explicar lo que ocurre dentro del núcleo atómico? ¿Por qué?

7.- Discute las preguntas anteriores con tu grupo y traten de llegar a un consenso. ¿Qué es un átomo? ¿Cómo los modelos permiten definirlo? Escríbelo en el siguiente recuadro.

Te invitamos a conversar con tu profesor la pregunta “¿cómo los modelos llegan a definirlo?”. Anota en el siguiente espacio las conclusiones de la discusión.

Apliquemos lo aprendido...

Como tal vez pudieron notar cada modelo trata de explicar un hecho de la realidad, lo que conlleva a que concibe la realidad de una forma distinta. Por lo tanto, todos estos modelos pueden ser válidos dependiendo del tema que quieran explicar y su contexto.

7.- Anteriormente, pudiste observar que no todos los modelos explican algunos fenómenos. Ahora, junto a tu grupo, ideen ejemplos donde cada modelo pueda ser válido.

Segunda parte

Activando nuestras ideas

Ya hemos visto la evolución de los modelos atómicos, sus contribuciones y sus errores. A continuación, en esta segunda parte te introducirás un poco más a fondo sobre los modelos que demandan la atención de esta clase.

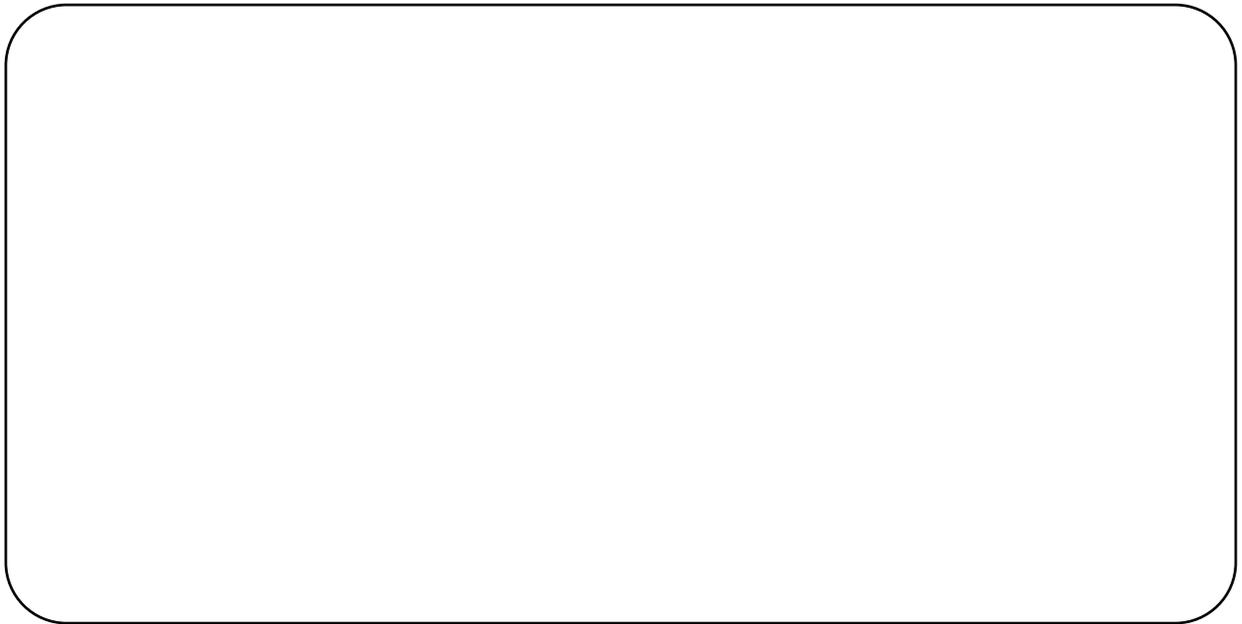
8.- ¿Qué diferencia a un elemento atómico de otro? ¿Qué parte del átomo piensas que es la que otorga las características de éste? ¿Por qué?

9.- Hay ocasiones en que un mismo elemento atómico tiene diferentes características que sus congéneres. Un ejemplo de esto es el átomo más simple: el hidrógeno, ya que también está su forma como deuterio y tritio, a pesar de ser el mismo elemento ¿Por qué piensas que esto ocurre?

Comparte con tu grupo las respuestas de las preguntas 8 y 9, para luego compartirlas con tu profesor y el resto del curso. Anota en el siguiente espacio las conclusiones de la discusión.

Pongamos a prueba tus ideas

A continuación, verás un video explicativo sobre algunos modelos del núcleo atómico. En el siguiente espacio, toma apuntes sobre cada uno de ellos (modelo, científico asociado, fecha, experimentos, etc.)



10.- ¿En qué se diferencia cada uno de los modelos nucleares?

12.- Comenta con tus compañeros de grupo ¿qué intenta explicar cada uno de los modelos?

11.- ¿Por qué piensas que es necesario hacer una diferencia entre modelo atómico y modelo nuclear? ¿Qué cosa distinta intentan explicar cada uno?

Apliquemos lo aprendido

13.- Para finalizar ¿Conoces el término radiactividad? ¿A qué piensas que hace referencia? ¿Qué relación tendrá con el modelo nuclear?

Apéndice 2.2: Guía clase 2

¿Peligroso descubrimiento?

Nombre: _____ fecha: ___/___/___ curso: _____

Instrucciones:

- Reúnanse en grupos de cuatro personas, cada uno debe trabajar y contestar en su guía.
- Ponga atención a las indicaciones del profesor durante las actividades.
- Inicie la aplicación “física en la escuela”.
- Apague el internet de su celular

Un poco de historia

En 1896, en París, el científico Becquerel descubrió accidentalmente la existencia de unos rayos desconocidos que provenían en las sales de uranio y que éstos lograban velar una placa fotográfica envuelta en papel negro. Le pareció sorprendente que las sales de uranio emanaran algo que afectara las placas fotográficas cuando éstas se encontraban protegidas de la luz. A esta emanación la llamó radiación.

Manya Sklodowska nació en un antiguo barrio de Varsovia, Polonia, en 1867. En el colegio siempre obtenía los primeros lugares, hasta que en su juventud participó en una organización revolucionaria de estudiantes, por lo que tuvo la oportunidad de seguir estudiando ingresando a la Facultad de Ciencias en la Universidad de la Sorbona, en París. Fue ahí donde, luego de muchas privaciones, obtuvo su licenciatura en ciencias físicas y, un año después, en ciencias matemáticas. Fue en ese tiempo cuando conoció Pierre Curie y en el verano de 1895 se casaron.

Es a partir de ese momento, en que se comienza a llamar Marie Curie y comienza a investigar la propiedad de ciertos elementos químicos que emitían radiaciones, descubriendo la existencia del elemento torio. Los esposos Curie pronto se dieron cuenta de la importancia de estos experimentos y decidieron investigar el fenómeno que producía las emanaciones de radiación de elementos como el uranio y el torio.



Marie Curie
1867 – 1934

Primera Parte

Activando nuestras ideas

De acuerdo a lo que leíste en la introducción y a tus conocimientos sobre este tema responde la siguiente pregunta.

1.- ¿Cuál piensas tú que es la importancia de investigar las radiaciones emitidas?

Pongamos a prueba tus ideas

El desarrollo de la física como ciencia requiere de riesgos, curiosidad y análisis de los fenómenos observados.

Responde las siguientes preguntas con la información de la noticia bajo ellas.

2.- ¿Cuál es la propiedad relacionada con Curie a la que hace referencia la noticia? Explica.

3.- ¿De qué se trata el decaimiento al que hace referencia la noticia? Explica.

4.- ¿Qué es la emanación que se produce en ciertos elementos? ¿Qué características deben tener éstos?

Emanaciones fantasmas son descubiertas

La Academia de Ciencias francesa se reúne cada lunes y los miembros tienen la oportunidad de presentar los resultados de sus investigaciones más recientes. En la sesión del 20 de enero de 1896, el académico Henri Poincaré, informó a sus colegas sobre los descubrimientos que el científico alemán Wilhem Conrad Roentgen había realizado a fines de diciembre pasado. Roentgen había observado que en su tubo de rayos catódicos se producían rayos de naturaleza desconocida, referidos por consiguiente como rayos-X, que poseían un gran poder de penetración, causando fosforescencia tanto en la pared de vidrio del tubo, como en sustancias fosforescentes ubicadas afuera del tubo. Pero fueron los Curie quienes descubrieron algo que cambiaría la historia de la humanidad.

Henri Becquerel, quien estaba presente en la Academia durante el anuncio de Poincaré, escuchó las noticias de los rayos X y decidió investigar de inmediato estos fenómenos fosforescentes con sales cristalinas de uranio. Envoltió una placa fotográfica con hojas gruesas de papel negro y sobre esta, una placa de la sustancia fosforescente (sales de uranio) y se expone al Sol durante horas; al revelar la placa fotográfica se reconoce que la silueta de la sustancia aparece en negro. Se concluía que esta sustancia emite radiaciones que atraviesan el papel opaco a la luz y reducen las sales.

Becquerel pensaba, erróneamente, que era la luz solar la que causaba que el sulfato de uranio y potasio emitiera radiaciones.

En febrero suele estar nublado en París. Al no poder exponer las sales a la luz solar, Becquerel guardó su experimento hasta el 1 de marzo y reveló la placa, esperando encontrar una imagen muy débil, pero vio siluetas de gran intensidad. De inmediato realizó una nueva observación, exponiendo cinco horas la placa a las sales en total oscuridad, velándose

En diciembre de 1897 una nueva serie de experimentos que harían historia comenzaban en una bodega de la Escuela Municipal de Física y Química Industrial en París. Allí el profesor



Henri Becquerel

Pierre Curie daba clases y ofreció espacio en su laboratorio a su esposa, Marie Sklodowska Curie, quien había decidido iniciar su tesis doctoral en Física en la Sorbona. El tema, el estudio experimental de las propiedades de los "Rayos Becquerel", analizando la ionización producida en el aire por los rayos X y por las emanaciones de uranio similares a las que había usado Becquerel. Las observaciones de Marie Curie rápidamente produjeron resultados: el 2 de abril de 1898 comunicó a la Academia que todos los compuestos de uranio son "activos" y también los del torio. La observación llevaba implícita la noción de que esta actividad era un fenómeno atómico, postura no trivial en una época en que

la estructura atómica de la materia era aún un tema de discusión. Como Marie Curie no era miembro de la Academia, sus resultados debieron ser presentados por el profesor Gabriel Lippmann. El 18 de julio del mismo año, Henri Becquerel presentó una investigación firmada por Pierre y Marie Curie titulada "Sobre una nueva sustancia radio-activa contenida en la Pechblenda". Esta es la primera vez que se le llamó radiactividad al nuevo fenómeno natural; además, el reporte contenía evidencias de un nuevo elemento, el polonio, encontrado en los minerales de uranio.

En diciembre de 1898, los Curie reportaban la posible existencia de otro nuevo elemento, el radio. Ellos notaron que el material que era radiactivo disminuía su concentración en la muestra, mientras que otro de los que estaba en ella aumentaba su cantidad, siendo un elemento más liviano. Cuando esto ocurría, decían que el elemento radiactivo decaía.

Hoy día sabemos que lo anterior se puede producir por tres métodos:

- Cuando se escapa un núcleo de helio.
- Cuando del núcleo atómico se emite un electrón.
- Cuando del núcleo se emite energía.

En los dos primeros, el elemento radiactivo cambia convirtiéndose en otro, mientras que con el tercer método continúa siendo el mismo elemento.

A continuación, lee de forma individual las siguientes noticias. El contenido de la segunda noticia no es estrictamente científico, por lo que contiene el mal uso de conceptos; subraya aquellas partes en las que crees que se está mal utilizando un término.

Esposos Curie desarrollan tratamiento contra el cáncer

En el año 1901 experimentos realizados por Pierre y Marie Curie los llevaron a realizar investigaciones sobre los efectos de la radiactividad en el cuerpo humano, descubriendo que el radio cura la lepra, tumores y algunas formas de cáncer.

Uno de los científicos que ha dado de qué hablar este tiempo, se trata de Marie Curie y su esposo Pierre, quienes propusieron la idea de insertar una fuente radiactiva en un tumor para observar lo que sucedía.

Gran fue la sorpresa en el mundo de la ciencia cuando se descubrió que la radiación producida por el elemento radiactivo redujo el tamaño del tumor. Esto representó el nacimiento de una técnica llamada "curieterapia".

La curieterapia pronto se convirtió en una arma indispensable frente al cáncer, pero también frente a otras enfermedades no tumorales. Henri Alexander Danlos fue uno de los primeros médicos en emplear la curieterapia para el tratamiento de las lesiones cutáneas producidas por el lupus, al igual que De Beurman y Gougerot hicieron sobre las cicatrices queloides. En ambos casos, los resultados fueron espectaculares y aumentaron aún más el interés que la curieterapia había empezado a despertar entre la comunidad médica. Este tipo de radiación interna, usa una fuente radiactiva que se coloca dentro del cuerpo o cerca del tumor; esta



Matrimonio Curie

fente usualmente está sellada en un contenedor llamado implante. El implante se coloca muy cerca o dentro del tumor de tal forma que dañe la menor cantidad de células normales como sea posible.

La radioterapia interna permite una mayor dosis de radiación en un área más pequeña.

Antes de colocar los implantes en el cuerpo, éstos permanecen en depósitos especiales que retienen la radiación en su interior de tal forma que no pueda afectar

a otras partes.

Obviamente se deben tomar medidas de precaución, como por ejemplo la sala en

donde se administre el tratamiento debe ser adecuada para contener la radiación, los médicos vistan un equipo especial para protegerse de la exposición a la radiación.

La radiación emitida por los elementos radiactivos, produce la liberación de partículas y energía que son bastante peligrosas para las células que están en proceso de división. Como las células cancerosas tienden a dividirse rápidamente y a crecer sin control, la curieterapia interna es útil para acabar con tumores y ciertos tipos de cáncer.

Tanta trascendencia tuvieron sus resultados que hasta el propio rey británico Eduardo VII, que había sido tratado sin éxito con otras terapias por la existencia de un carcinoma basocelular en el dorso de su nariz, se sometió a un tratamiento con Radio en 1906 alcanzando una respuesta completa del tumor que nunca volvió a producirse.

Medicina natural es capaz de curas milagrosas

En el año 1900, los sabios científicos alemanes Walkhoff y Giesel anunciaron que las nuevas sustancias radiactivas descubiertas tienen efectos fisiológicos. De esta forma se extiende por todo el mundo de la ciencia la creencia de que los rayos del radio son capaces de curar diferentes enfermedades, ya que con ellos se podrían destruir células enfermas. La técnica se llama curieterapia y con ella, varios médicos franceses han logrado tener éxito en los primeros tratamientos a los enfermos, empleando tubos con contenido de radio.

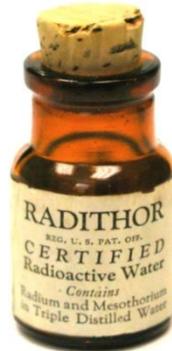
Lo anterior ha producido un gran furor por toda la sociedad europea de principios del siglo XX, pero nos se debe pensar que es un método tan alejado de América, ya que con grandes esfuerzos económicos varios ciudadanos estadounidenses han querido traer este gran producto a base de radio y torio, ya que sus resultados son milagrosos.

Debido a que los elementos radiactivos tienen altas energías, son capaces de romper enlaces a nivel celular, por lo que se puede ocupar en el ámbito de la medicina.

Así es como Alfred Curie creó su crema cosmética "Tho-Radia", cuyo contenido es torio y radio en las mismas proporciones y sus resultados curativos son inigualables ya que las partículas radiactivas pueden acabar con verrugas, acné y otras imperfecciones de la piel.

Otro ejemplo, es la nueva bebida "Radithor" que comenzó a comercializarse desde 1918 y cuyo contenido de agua pura destilada con una pequeña cantidad de radio. Como ingresa al organismo, es capaz de entregarnos toda su energía para mejorar nuestro estado de ánimo, ser más competente en deportes y mantenernos activos por mucho tiempo. Además, ataca las células cancerígenas desde el interior, cura de enfermedades del cerebro, impotencia, entre otros.

Un sistema para convertir al agua en



Radithor

agua radiactiva es el popular producto llamado "Revigator". Sólo se vierte en la jarra con agua cada noche y se consume cada vez que se tenga sed hasta completar una medida de seis vasos al día. Los millones de rayos que penetran en el agua producen que esta saludable bebida sea más energética gracias a la radiactividad.

El creador de "Radithor", William John Aloisus Bailey, quien estudió en la Universidad de Harvard, publicó una presentación titulada "Moderno tratamiento para la glándula endocrina con agua de radio, la nueva arma de la medicina", donde afirma que su producto ha sido efectivo al emplearse en más de cuatrocientas enfermedades y males. El fármaco está destinado a

reparar el sistema endocrino, lo que repercute en el metabolismo que necesita ser revitalizado utilizando radio. Por otro lado, afirma que es un instrumento emisor de radiación benigna, ya que puede distinguir células enfermas de las sanas. Estos productos logran beneficios para la salud humana, pero ya se está implementando para alimentar animales y plantas, consiguiéndose que estos crezcan sanos, fuertes y con más propiedades saludables.

En cualquier caso, se espera que el desarrollo de nuevos productos continúen, ya que como se conoce que el radio es descendiente del uranio y el polonio descendiente del radio, no cabe duda que nuevos experimentos científicos demostrarán sus cualidades curativas y que pronto disfrutaremos de sus grandes propiedades naturales.

Eben Byers, un empresario de Pittsburgh y golfista aficionado, es uno de los pacientes tratados con Radithor luego que su brazo se quebrara, recuperándose rápidamente, dice que se siente mucho mejor, incluso se siente rejuvenecido. Es uno de los muchos clientes satisfechos con los resultados del tratamiento y lo recomienda sus más cercanos y amigos a consumir la bebida, ya que él consume de dos a tres botellas al día.



Eben Byers acabó su recorrido por este mundo el 31 de marzo de 1932.

Desafortunadamente para él, el radio ingerido pasó a los huesos, y con ello toda su energía de radiación se depositó en el tejido óseo, provocando que los huesos se resquebrajaran, desarrollando agujeros en su cráneo, perdió la mayor parte de su mandíbula. Fue enterrado en un ataúd revestido con plomo para bloquear la radiación liberada de los huesos de su cuerpo.

5.- Junto a tus compañeros de grupo, discutan sobre qué parte de la noticia subrayaron y expresen cómo sería la forma de abordarlos.

Comparte con tu profesor y el resto del curso tu respuesta anterior. Anota en el siguiente espacio las conclusiones de la discusión.

Apliquemos lo aprendido

6.- Discute junto a tus compañeros ¿Qué piensas con respecto al uso de la radiactividad en la medicina? ¿Se puede decir que la radiactividad es buena o mala?

Conversa lo anterior con tu profesor e intenta definir radiactividad.

Segunda parte

Activando nuestras ideas

En la primera parte de esta guía, has revisado los conceptos fundamentales en cuanto a la radiactividad donde habrás verificado su uso en la medicina y su mal uso comercial. Con respecto al caso de Byers ¿Por qué piensas que fue necesario enterrarlo en un ataúd revestido con plomo?

Pongamos a prueba tus ideas

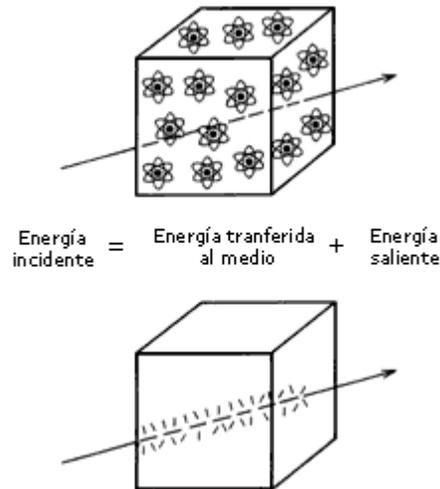
Responde las siguientes preguntas con la información proporcionada por un extracto del libro “La radiactividad al servicio de la vida”, escrito por María Ester Brandan, Rodolfo Díaz Perches y Patricia Ostrosky.

7.- ¿A qué corresponde el término vida media?

8.- ¿Es igual para todos los elementos? ¿De qué dependen?

9.- Investiga ¿Qué uso se le puede dar a este fenómeno?

RADIATIVIDAD



Interacción de la radiación ionizante con la materia. Los átomos del medio irradiado reciben parte de la energía transportada por la radiación.

Cada núcleo radiactivo se tarda un tiempo característico en decaer. Este tiempo se llama vida media. Si en un instante se tiene una cantidad N de núcleos radiactivos, después de transcurrido un tiempo igual a la vida media solamente quedará la mitad de los núcleos originales, es decir $N/2$. La otra mitad decayó emitiendo radiación. Los $N/2$ núcleos que quedan se tardarán otra vida media en reducirse a la mitad, es decir que después de dos vidas medias queda la cuarta parte de la cantidad original y así sucesivamente, hasta que todos los núcleos hayan decaído. Hay núcleos como el uranio que tienen vidas medias del orden de miles de millones de años (comparables con la edad de nuestro Sistema Solar) y, por otro lado, existen núcleos como el berilio-8 que tienen vidas medias menores que una millonésima de millonésima de millonésima de segundo.

10.- Ahora, junto a tu grupo, determinen cuál de los conceptos trabajados es el más importante y a partir de ahí construyan un mapa mental con los conceptos y agregado.

- Radiación gamma
- Radiación
- Decaimiento radiactivo
- Radiactividad
- Partículas alfa
- Irradiación
- Partículas beta
- Vida media



Apliquemos lo aprendido

Como tal vez pudiste notar, la radiactividad se relaciona con varios conceptos y procesos. Tanto que llega a ser necesario que se estudien sus propiedades y que se informe de estas a las personas, para evitar malos entendidos y que ésta pueda ser utilizada de forma incorrecta.

Lee el siguiente fragmento y trata de explicar qué sucedió

El reactor nuclear de Oklo

La compañía de minas de uranio de Franceville, Gabón, África, concentraba el uranio proveniente de las minas de uranio con el propósito final de producir combustible para reactores nucleares. En el mercado de uranio enriquecido, la concentración de uranio-235 en la naturaleza tiene un valor de referencia que se expresa en un porcentaje de la masa total de uranio, y es un poco menos de 0,72%. Se utiliza en los contratos de enriquecimiento para evaluar el trabajo de separación. Esta norma parece ser representativa del contenido isotópico

del uranio 235 de la mayor parte del uranio natural conocido. Pero en el año 1972 se dio a conocer un fenómeno realmente curioso en la compañía de minas: se encontró un contenido demasiado bajo de uranio 235 en su producto. Rastreado el fenómeno, se descubrió que ese mineral provenía precisamente de la cantera de Oklo. Este yacimiento de uranio abarca una superficie de aproximadamente 35 000 km².

El impacto de este descubrimiento fue tan grande que se tomó la decisión de interrumpir la explotación del mineral para permitir estudios científicos del fenómeno. Como consecuencia de estos estudios, en 1975 se realizó en Libreville, Gabón, un coloquio internacional, que fue el primero de una serie, ya que este hecho notorio fue el objeto de numerosos trabajos y muchos coloquios consagrados a los aspectos geológicos, geoquímicos y nucleares del fenómeno.

El uranio en la naturaleza está formado por vario isótopos, pero los que se encuentran en mayor cantidad en el uranio 238 y el uranio 235, pero el segundo siendo más inestable, tiene una vida media más corta.

El uranio no ha tenido siempre la misma relación isotópica en la naturaleza, ya que hace aproximadamente 700 000 000 de años existía dos veces más de uranio 235, pero la cantidad de uranio 238 era muy poco mayor a la que existe actualmente.

11.- ¿Cómo se podría explicar la pérdida de uranio 235? Utiliza todos los conceptos con los que hemos trabajado hoy?

Responde la siguiente pregunta de forma individual

12.- Recordando que la vida media de un elemento radiactivo se calcula como el tiempo en que demora en disminuir a la mitad la cantidad inicial del elemento. Pero ¿Qué sucede con esa mitad de elemento que ya no está? Considera el concepto de decaimiento radiactivo.

Apéndice 2.3: Guía clase 3

Un ancestro común

Nombre: _____ fecha: ___/___/___ curso: _____

Instrucciones:

- Reúnanse en grupos de cuatro personas, cada uno debe trabajar y contestar en su guía.
- Ponga atención a las indicaciones del profesor durante las actividades.
- Inicie la aplicación “física en la escuela”.
- Apague el internet de su celular

Un poco de historia

Luego de que Marie y Pierre Curie definieran la radiactividad de los elementos, el discípulo de Ernest Rutherford, Frederick Soddy definió lo que sucedía cuando un elemento radiactivo decaía, transmutaba o se transformaba en otro por uno de los tres procesos conocidos, descubrió ciertas similitudes en el decaimiento de los elementos y cómo se comportaban.



Una vez que Soddy definió como se comportaban los elementos con la radiactividad que emitían, estos conocimientos se aplicaron directamente en dos cosas que fueron y aun son muy importantes en la historia de la humanidad.



Frederick Soddy
(1877 – 1956)

El desarrollo de las Centrales Nucleares para la generación de electricidad y la creación de las Bombas Nucleares, se basan en gran medida en lo que publicó Soddy sobre la transformación de los elementos y lo que eso implicaba.



Activando nuestras ideas

De acuerdo a lo que leíste en la introducción y a tus conocimientos sobre este tema responde las siguientes preguntas.

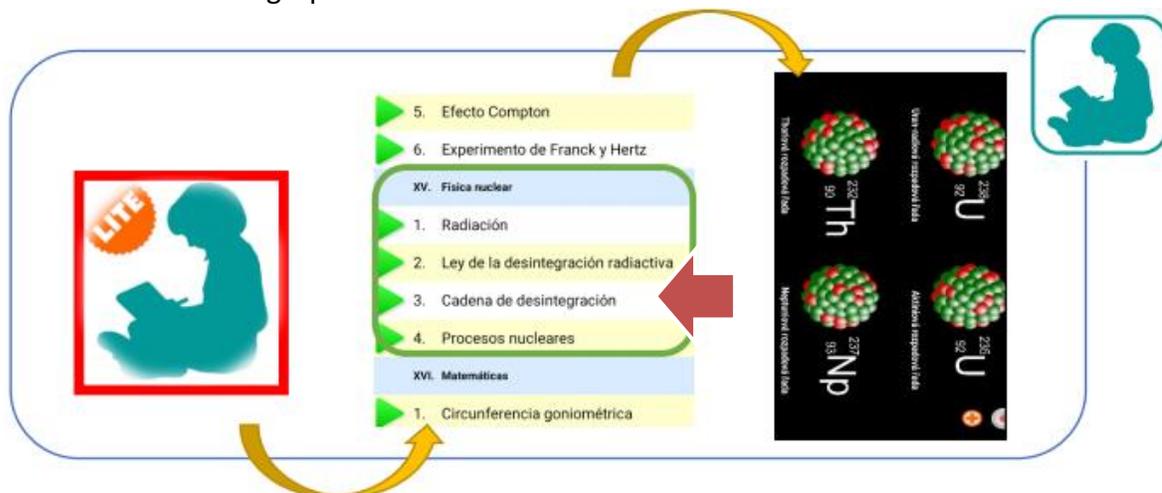
1.- ¿Qué es lo primero que se te viene a la cabeza, cuando lees u oyes el concepto de “Cadenas Radiactivas”? Intenta explicar esta idea.

2.- De acuerdo a tu respuesta anterior ¿Dónde piensas que es posible que se encuentre una cadena radiactiva? ¿Cómo piensas que se producen en las centrales nucleares y en las bombas nucleares?

Pongamos a prueba tus ideas

En la física, existen muchas cosas que no podemos observar, ya sea porque son demasiado pequeñas o porque ocurren de forma instantánea. Para poder visualizar e interpretar estas situaciones se han creado aplicaciones y simulaciones que se basan en la teoría, una de ellas es la que veremos a continuación.

Abre la aplicación “físicas en la escuela”, diríjase a la sección de “física nuclear” y seleccione el simulador número 3 “cadenas de desintegración”. Contesta las siguientes preguntas de acuerdo a lo que puedes observar en la aplicación y las discusiones en grupos.



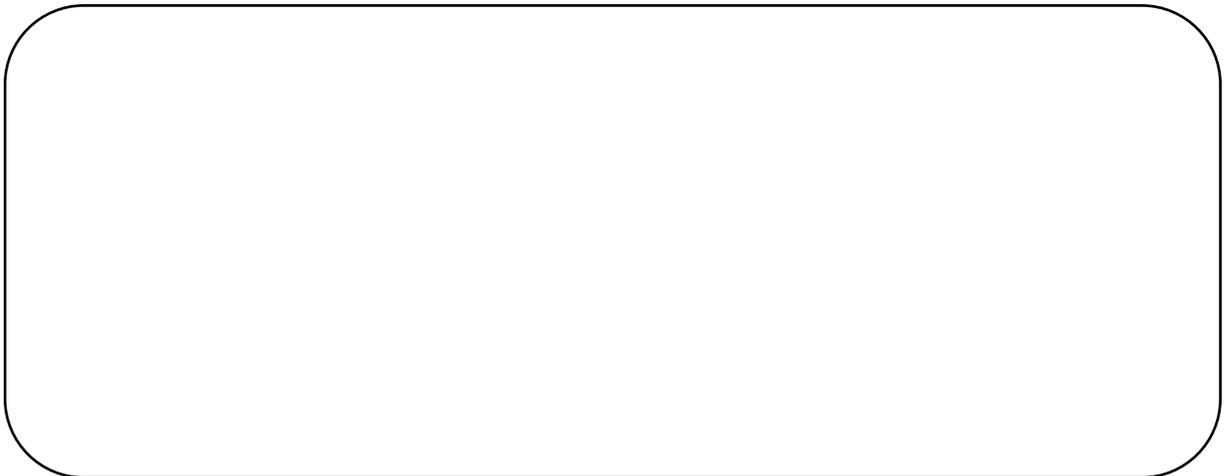
3.- Selecciona el átomo de Uranio-238. Ve lo que sucede en la pantalla y describe lo siguiente, completando la tabla.

<p>¿Qué características tiene el átomo en su estado inicial en la simulación? Descríbelo</p>	
<p>¿Qué características tienen los núcleos del átomo en el transcurso y término de la simulación? (pon atención en que elemento finaliza, ¿qué pasa con la masa de los núcleos?, ¿libera energía en cada cambio?)</p>	

4.- Selecciona cualquiera de los otros tres elementos disponibles en la aplicación, describe lo que ocurre ¿Existe alguna similitud entre ésta interacción y la que ocurre con el Uranio-238, recién observada? Si es así ¿Cuál es?

5.- ¿Qué representan las distintas direcciones de las flechas que aparecen en la secuencia del simulador? ¿Influyen en algo el que se encuentren ahí? A un lado de la pantalla aparece una tabla ¿Qué información aporta esa tabla? ¿Qué representa lo que en ella se encuentra?

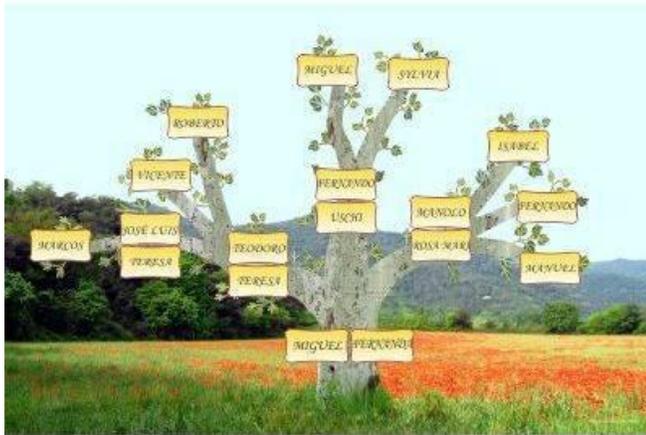
6.- Dibuja una de las cadenas radiactivas del simulador con todos sus procesos. De acuerdo a lo observado define el concepto de “Cadena Radiactiva” y compáralo con tu primera definición (Pregunta N°1) ¿Cuál es la diferencia entre ellas? ¿Qué le hacía falta a tu primera definición? Reescríbela.



Segunda parte

Ya hemos logrado construir la idea de “Cadena Radiactiva” ahora trataremos de construir una idea de un concepto.

Activando nuestras ideas



Este es un árbol genealógico, donde cada una de las ramas se asocia a un nuevo miembro que compone la familia

¿Qué representa un árbol genealógico?

Pongamos a prueba tus ideas...

Responde las siguientes preguntas:

8.- ¿Existe alguna similitud entre el árbol genealógico y la cadena radiactiva que dibujaste anteriormente? Si es así ¿Cuáles son?

9.- De acuerdo a las similitudes que mencionaste en la pregunta anterior ¿Cómo podrías llamar al conjunto de elementos que componen la cadena radiactiva? ¿Por qué?

De acuerdo a tus respuestas anteriores y lo que converses con tus compañeros de grupos, explica con tus palabras los dos conceptos importantes que se revisaron hoy en clases y su significado.

Con respecto a Cadenas Radiactivas aprendí...	Con respecto a Familias Radiactivas aprendí...
---	--

Apliquemos lo aprendido...

11.- Según lo que ha explicado el profesor, menciona la importancia de una cadena radiactiva ¿Piensas que tenga alguna relación con lo que sucede al interior de una planta nuclear y sus desechos? ¿Por qué?

Apéndice 2.4: Guía clase 4

Y la televisión se prendió

Nombre: _____ fecha: ___/___/___ curso: _____

Instrucciones:

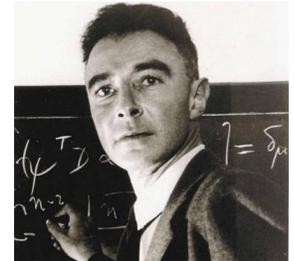
- Reúnanse en grupos de cuatro personas, cada uno debe trabajar y contestar en su guía.
- Ponga atención a las indicaciones del profesor durante las actividades.
- Inicie la aplicación “física en la escuela”.
- Apague el internet de su teléfono.

Un poco de historia



Lise Meitner
(1878 – 1968)

Durante la segunda mitad de la Segunda Guerra Mundial (1939 – 1945), comenzaron grandes proyectos armamentistas que involucraban a muchos científicos importantes. En este contexto, para 1941 los alemanes comenzaron proyectos de bombas con gases tóxicos y de rápido actuar, mientras que en Estados Unidos se comenzó uno de los proyectos más ambiciosos a cargo del físico teórico Robert



Robert Oppenheimer
(1904 – 1967)

Oppenheimer junto con un gran grupo de reconocidos científicos, quienes basados en los trabajos de la reconocida científica Lise Meitner, logran crear las dos bombas atómicas que fueron lanzadas en 1945 en las ciudades de Hiroshima y Nagasaki en Japón, “Little boy” y “Fatman” respectivamente.



Fat man



Little boy

Esta es una de las épocas más polémicas del quehacer científico, donde su desarrollo se relacionó con la muerte de millones de personas y de crear un temor en la población a lo que llamamos “Radiactividad”.

Activando nuestras ideas

De acuerdo a lo que leíste en la introducción y a tus conocimientos sobre este tema responde las siguientes preguntas.

1.- Explica brevemente cómo piensas que una bomba atómica produce la destrucción que genera al explotar.

2.- Menciona y explica los procesos nucleares que conoces, sepáralos en aquellos que se producen naturalmente y aquellos que son creados por la humanidad en la tabla inferior, recuerda decir donde se pueden encontrar estos

Procesos Naturales	Procesos creados por la humanidad

4.- Ahora ve a la simulación de **fisión**, presta atención al comportamiento del núcleo. Describe con tus palabras ¿Qué significa la fisión nuclear? ¿Existe liberación de energía en el proceso? ¿Existen elementos residuales luego de completado el proceso?

Comparte con tu grupo la respuesta a la pregunta 1 y en conjunto desarrollen una nueva explicación, considerando los conceptos estudiados hasta ahora.

5.- Según lo que observaste y tus respuestas de las preguntas anteriores, define cada uno de los procesos:

Fusión:	
Fisión:	

Comparte con tu profesor y el resto del curso tu respuesta anterior. Anota en el siguiente espacio las conclusiones de la discusión.

Apliquemos lo aprendido...

A continuación, se mostrará un video. Lee las preguntas 6 y 7 que se encuentran en la parte inferior para que prestes atención a lo importante Anota en el siguiente espacio apuntes.

6.- Explica con tus palabras el funcionamiento del arma que viste en el video, relacionándolo con los procesos recién estudiados.

Comparte con tu grupo tus resultados y respuestas de las preguntas 6 y 7, para luego compartirlas con tu profesor y el resto del curso. Anota en el siguiente espacio las conclusiones de la discusión ¿Cuáles son las mayores diferencias entre los procesos nucleares de las Bombas atómicas y las centrales nucleares? ¿Por qué?

Bomba Atómica	Central Nuclear

4.- lee el siguiente extracto de una entrevista realizada a Oppenheimer luego del lanzamiento de la bomba nuclear y responde:

¿Qué opinas de las declaraciones del doctor Oppenheimer? ¿Piensas que los científicos deben trabajar en este tipo de proyectos? ¿Por qué?



<<Periodista: ¿Sentía usted escrúpulos morales?

Oppenheimer: Escrúpulos atroces.

Periodista: Pero usted ha declarado, recientemente, que el bombardeo de Hiroshima fue un gran éxito, ¿no es cierto?

Oppenheimer: Sí, técnicamente.

Periodista: ¡Ah! Técnicamente.

Oppenheimer: También se dice que contribuyo a poner fin a la guerra.

Periodista: ¿Habría estimulado usted el lanzamiento de una bomba termonuclear sobre Hiroshima?

Oppenheimer: Eso no habría tenido sentido.

Periodista: ¿Por qué?

Oppenheimer: El blanco es demasiado pequeño.

Periodista: ¿El blanco es demasiado pequeño! Supongamos que hubiera habido en Japón un blanco suficientemente grande como para el lanzamiento de un arma termonuclear, ¿se habría usted opuesto al lanzamiento?

Oppenheimer: Ese es un problema que no se me planteaba.

Periodista: Pues bien, yo se lo planteo.

Oppenheimer: Usted no me plantea un problema real. Me sentí muy aliviado cuando el señor Stimson descartó a Kyoto de la lista de objetivos. Era la ciudad más grande y el blanco más vulnerable. Creo que esto es lo que más se aproxima a su pregunta hipotética.

Periodista: Exactamente. ¿Se habría usted opuesto al lanzamiento de una bomba termonuclear por escrúpulos morales?

Oppenheimer: Creo que sí.

Periodista: ¿se opuso usted por razones morales al lanzamiento de una bomba atómica sobre Hiroshima?

Oppenheimer: Nosotros expresamos...

Periodista: Yo le pregunto lo que usted hizo, no "nosotros".

Oppenheimer: Yo exprese mis temores y presente algunos argumentos desfavorables.

Periodista: ¿Quiere usted decir que formulo argumentos desfavorables al lanzamiento de la bomba?

Oppenheimer: Sí. Pero no defendí expresamente esos argumentos.

Periodista: ¿Quiere usted decir que – después de haber trabajado día y noche durante tres o cuatro años, como usted mismo lo ha dicho, en la preparación de la bomba atómica –, formulo el argumento de que no debía emplearse?

Oppenheimer: No, no preconice la renuncia de su empleo. El Ministro de Defensa me había pedido la opinión de los sabios. Yo le formule los argumentos a favor y en contra.

Periodista: ¿Usted, sin embargo, era partidario del lanzamiento de la bomba sobre Japón?

Oppenheimer: ¿Qué entiende usted por "Partidario"?

Periodista: ¿Usted ayudó a escoger el blanco, ¿verdad?

Oppenheimer: De acuerdo con nuestros cálculos, convenía operar sobre un área de un diámetro no menos de dos millas, muy densamente poblada de edificios, a ser posible de madera, para que la presión de la onda expansiva y la ola de calor consecutiva ejercieran su máximo efecto. Los objetivos debían ser, además, de

gran importancia estratégica, y no debían haber sufrido anteriormente ningún bombardeo.

Periodista: ¿Por qué?

Oppenheimer: Para poder apreciar con más exactitud los efectos de la bomba atómica...

Periodista: Pero usted, profesor, ¿no estableció también la altura a que debería estallar la bomba para que produjera mayores efectos?

Oppenheimer: Hicimos en calidad de técnicos, lo que se nos había solicitado, pero no fuimos nosotros quienes decidimos el lanzamiento de la bomba... Nosotros somos físicos, no militares ni políticos.>>

¿Qué opinas de las declaraciones del doctor Oppenheimer? ¿Piensas que los científicos deben trabajar en este tipo de proyectos? ¿Por qué?

Responde en el espacio inferior las preguntas planteadas anteriormente.

Ahora, argumenta tus ideas con el instrumento llamado CRITIC que nos permite organizar y analizar nuestras ideas.

Mi idea es...
Mis razones son...
Argumentos en contra de mi idea pueden ser...
Convencería a alguien que no me cree con...
La evidencia que daría para convencer a otro es...

Apéndice 2.5: Clase de evaluación 1

Clase de evaluación.

Rúbrica de evaluación para el debate científico sobre radiactividad:

Instrucciones:

- Los estudiantes se distribuyen en grupos de seis personas para la organización de un debate sobre algún tema de radiactividad que se presentan más abajo y el profesor le asignará la postura que deben tomar (a favor o en contra).
- Los estudiantes tendrán un plazo de una semana para realizar la investigación necesaria para realizar el debate.
- Cada uno de los estudiantes del debate debe identificarse con cierto personaje que juegue un rol importante con respecto a la temática escogida y representarlo; un ejemplo de esto, sería el de un médico que está a favor de los avances en la radiactividad en el campo de la medicina o un militar que está orgulloso de los resultados de las bombas atómicas.
- Cada grupo para la fecha del debate debe entregar un escrito con su postura y al menos diez datos que la defiendan. Estos deben llevar sus respectivas fuentes de información.
- Los estudiantes serán evaluados según la rúbrica que se encuentra adjunta.

Temas para el debate:

- Radiactividad y medicina.
- Radiactividad como fuente de energía.
- Radiactividad en la sociedad.
- Efectos de la radiactividad en la salud
- Accidentes que involucren a la radiactividad.
- Bombas nucleares y su funcionamiento
- Centrales nucleares y su funcionamiento
- Tipos de radiactividad, (α , β y γ)
- Protección ante la radiactividad
- Uso de la radiactividad en la producción de alimentos
- Otros.

Nivel puntos	1	2	3	Total.
Presentación personal	Los estudiantes se presentan desordenados, despeinados o sin el uniforme oficial del establecimiento en el stand.	Los estudiantes se presentan desordenados o despeinados, pero con el uniforme oficial del establecimiento en el stand.	Los estudiantes se presentan en el stand, limpios, peinados y con el uniforme oficial del establecimiento educacional.	
Contenido del escrito	Información mal escrita e incoherente, con datos sin referencias y con faltas de ortografía.	Información bien escrita y coherente, sin todas las referencias, lleva faltas de ortografía.	Información bien escrita y coherente, involucra todos los conceptos y sin falta de ortografía.	
Roles del debate	Se comportan normalmente como estudiantes que dan información	La mayor parte del grupo tiene una actitud que demuestra estar involucrada en lo que dicen	El grupo completo actúa coherentemente a un rol frente al tema que eligieron	
Contenido presentado	No utiliza los conceptos vistos en clase según el conocimiento científico vigente, no da ejemplos y aplicaciones del tema que escogió.	Utiliza los conceptos vistos en clase según el conocimiento científico vigente, pero no da ejemplos y aplicaciones del tema que escogió.	Utiliza los conceptos vistos en clase según el conocimiento científico vigente, da ejemplos y aplicaciones del tema que escogió.	
Expresión oral	Es inadecuado al no utilizar lenguaje científico o poco	Uso adecuado, sin un lenguaje científico formal,	Es adecuado, coherente y utiliza lenguaje	

	coherente, perdiendo el hilo de sus ideas, muletillas frecuentes	dando a entender la idea tratada pero con modismos.	científico acorde al tema a tratar.	
Respuestas a preguntas	No logran responder a las preguntas realizadas por los grupos contrarios.	Logran responder las preguntas realizadas por los grupos contrarios, pero con conocimientos vagos.	Responden a las preguntas realizadas por los grupos contrarios, usando conocimientos adecuados.	
Conclusión	Finalizan la presentación sin dar una opinión personal sobre el tema.	Presentan una opinión personal poco crítica sobre el tema.	Presentan una opinión personal crítica sobre el tema.	
			total, puntaje	
			Nota	

Apéndice 2.6: Clase de evaluación 2

Clase de evaluación.

Rúbrica de evaluación para la feria científica sobre radiactividad:

Instrucciones:

- Los estudiantes se distribuyen en grupos de cuatro personas para la creación de un stand sobre algún tema de radiactividad que se presentan más abajo.
- Los estudiantes tendrán un plazo de una semana para realizar la investigación necesaria para aportar en el diseño de sus stands y recopilar información.
- Los stands deben contar con algún póster con el resumen de la información que se entregará, un souvenir para los asistentes a la feria científica y alguna tarjeta de información sobre el tema a tratar.
- Los estudiantes serán evaluados según la rúbrica que se encuentra adjunta.

Temas para la feria científica:

- Radiactividad y medicina.
- Radiactividad como fuente de energía.
- Radiactividad en la sociedad.
- Efectos de la radiactividad en la salud
- Accidentes que involucren a la radiactividad.
- Bombas nucleares y su funcionamiento
- Centrales nucleares y su funcionamiento
- Tipos de radiactividad, (α , β y γ)
- Protección ante la radiactividad
- Uso de la radiactividad en la producción de alimentos
- Otros.

Nivel puntos	1	2	3	Total
Presentación personal	Los estudiantes se presentan desordenados, despeinados o sin el uniforme oficial del establecimiento en el stand.	Los estudiantes se presentan desordenados o despeinados, pero con el uniforme oficial del establecimiento en el stand.	Los estudiantes se presentan en el stand, limpios, peinados y con el uniforme oficial del establecimiento educacional.	
Contenido del stan	Información mal escrita e incoherente, sin involucrar todos los conceptos y con faltas de ortografía.	Información bien escrita y coherente, no involucra todos los conceptos, lleva faltas de ortografía.	Información bien escrita y coherente, involucra todos los conceptos y sin falta de ortografía.	
Diseño del stand	Presenta sólo póster donde aparece la información necesaria sobre el tema a tratar, pero incompleta.	Contiene póster y souvenir para las personas que se acercan al stand, pero no tiene elementos para entregar información.	El stand contiene póster, souvenir y trípticos o tarjetas con información para las personas que se acerquen al stand.	
Contenido presentado	No utiliza los conceptos vistos en clase según el conocimiento científico vigente, no da ejemplos y aplicaciones del tema que escogió.	Utiliza los conceptos vistos en clase según el conocimiento científico vigente, pero no da ejemplos y aplicaciones del tema que escogió.	Utiliza los conceptos vistos en clase según el conocimiento científico vigente, da ejemplos y aplicaciones del tema que escogió.	

Expresión oral	Es inadecuado al usar un lenguaje poco coherente, perdiendo el hilo de sus ideas, muletillas frecuentes.	Uso adecuado, sin un lenguaje científico formal, dando a entender la idea tratada pero con modismos.	Es adecuado, coherente y utiliza lenguaje científico acorde al tema a tratar.	
Respuestas a preguntas	No logran responder a las preguntas realizadas por los presentes.	Logran responder las preguntas realizadas por los presentes, pero con conocimientos vagos.	Responden a las preguntas realizadas por los presentes, usando conocimientos adecuados.	
Conclusión	Finalizan la presentación sin dar una opinión personal sobre el tema.	Presentan una opinión personal poco crítica sobre el tema.	Presentan una opinión personal crítica sobre el tema.	
			total, puntaje	
			Nota	

Apéndice 3: Guías estudiantes post-validación

Apéndice 2.3: Guía clase 1

Mundo invisible

Nombre: _____ fecha: ___/___/___ curso: _____

Instrucciones:

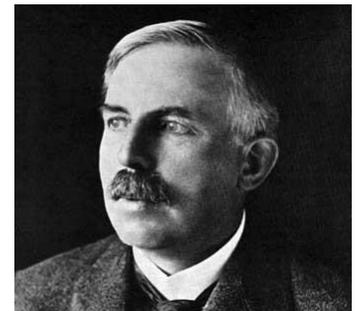
- Reúnanse en grupos de cuatro personas, cada uno debe trabajar y contestar en su guía.
- Ponga atención a las indicaciones del profesor durante las actividades.
- Descargue la aplicación “física en la escuela” desde la playstore.
- Apague el internet de su celular

Un poco de historia

Demócrito fue un filósofo griego que concibió el siguiente pensamiento: la materia estaba formada por partículas muy pequeñas, tanto que llega un punto en el cual no se pueden dividir. A estas partículas las llamó “átomos”. Su idea quedó sumergida por la de Platón, quien gozaba de mayor popularidad, al definir que la materia estaba compuesta por los cuatro elementos (fuego, aire, agua, tierra).

No fue sino hasta 1808 cuando John Dalton retomó la concepción de la materia formada por átomos porque buscaba una inferencia lógica para las combinaciones químicas, quedando así como una hipótesis lógica que para ese tiempo contaba con detractores de todo ámbito en la ciencia.

Luego el científico Joseph John Thomson en 1897 propone que los átomos sean considerados una gran partícula positiva en cuyo interior se encuentran varias partículas mucho más pequeñas, con carga eléctrica negativa. Luego entra en escena Ernest Rutherford quien mediante un experimento en su laboratorio, logra consolidar al “átomo” como una teoría.



Ernest Rutherford
(1871 – 1937)

Primera Parte

Activando nuestras ideas

De acuerdo a lo que leíste en la introducción y a tus conocimientos sobre este tema responde las siguientes preguntas.

1.- ¿Cuál piensas que es la diferencia entre “hipótesis” y “teoría”? Escribe 3 ejemplos para cada una.

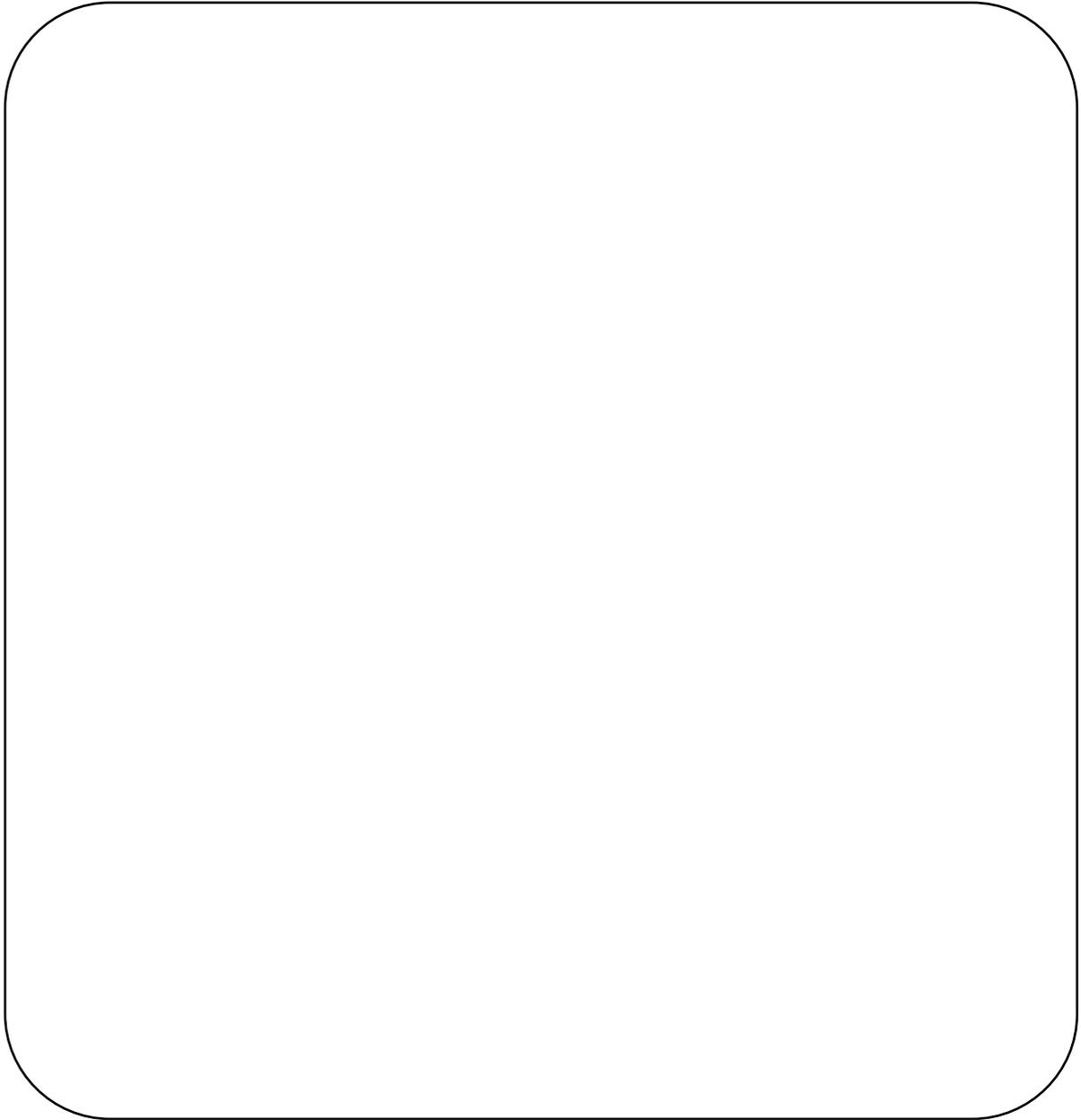
2.- ¿Qué recuerdas sobre los “modelos atómicos”?

3.- ¿Qué relevancia piensas tú que tiene en el desarrollo de la ciencia el desarrollo de un modelo atómico a otro?

Pongamos a prueba tus ideas

Desde el punto de vista de la ciencia para llegar a comprender la realidad se generan propuestas que intentan explicarla, pero éstas deben pasar “pruebas” o ser capaz de responder frente a distintos sucesos que se observan.

A continuación, verán un video explicativo sobre el desarrollo de los modelos atómicos a lo largo de la historia. En el siguiente espacio, puedes tomar apuntes sobre cada uno de ellos (propuesta del modelo, científico asociado, fecha, experimentos, identificar los errores de cada modelo, etc.).

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for taking notes. The box is centered on the page and occupies most of the lower half of the page.

4.- Seleccionando el modelo atómico de Thomson ¿Es capaz de explicar la unión entre elementos químicos? Justifica tu respuesta.

5.- Ocupando el modelo atómico de Rutherford ¿Piensas que se pueda explicar la estabilidad de los átomos (que los electrones no caigan hacia el núcleo)? Justifica tu respuesta.

6.- Observando los modelos propuestos por Bohr, Sommerfeld y Schrödinger ¿Son capaces de explicar lo que ocurre dentro del núcleo atómico? Justifica tu respuesta.

7.- Discute las preguntas anteriores con tu grupo y traten de llegar a un consenso. ¿Qué es un átomo? ¿Cómo los modelos permiten definirlo? Escríbelo en el siguiente recuadro.

Te invitamos a conversar con tu profesor la pregunta “¿cómo los modelos llegan a definirlo?”. Anota en el siguiente espacio las conclusiones de la discusión.

Apliquemos lo aprendido...

Como tal vez pudieron notar cada modelo trata de explicar un hecho de la realidad, lo que conlleva a que concibe la realidad de una forma distinta. Por lo tanto, todos estos modelos pueden ser válidos dependiendo del tema que quieran explicar y su contexto.

8.- Anteriormente, pudiste observar que no todos los modelos explican algunos fenómenos. Ahora, junto a tu grupo, ideen ejemplos donde cada modelo pueda ser válido.

Segunda parte

Activando nuestras ideas

Ya hemos visto la evolución de los modelos atómicos, sus contribuciones y sus errores. A continuación, en esta segunda parte te introducirás un poco más a fondo sobre los modelos que demandan la atención de esta clase.

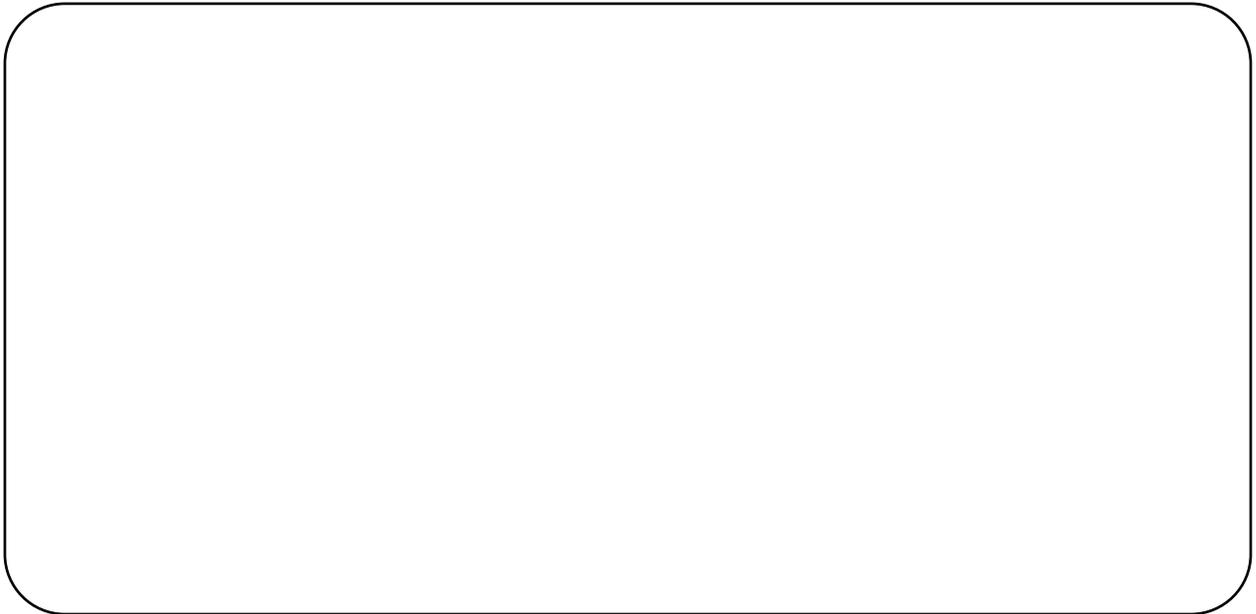
9.- ¿Qué diferencia a un elemento atómico de otro? ¿Qué parte del átomo piensas que es la que otorga las características de éste? Justifica tu respuesta.

10.- Hay ocasiones en que un mismo elemento atómico tiene diferentes características que sus congéneres. Un ejemplo de esto es el átomo más simple: el hidrógeno, ya que también está su forma como deuterio y tritio, a pesar de ser el mismo elemento ¿Por qué piensas que esto ocurre?

Comparte con tu grupo las respuestas de las preguntas 8 y 9, para luego compartirlas con tu profesor y el resto del curso. Anota en el siguiente espacio las conclusiones de la discusión.

Pongamos a prueba tus ideas

A continuación, verás un video explicativo sobre algunos modelos del núcleo atómico. En el siguiente espacio, toma apuntes sobre cada uno de ellos (modelo, científico asociado, fecha, experimentos, etc.)



11.- ¿En qué se diferencia cada uno de los modelos nucleares?

12.- Comenta con tus compañeros de grupo ¿qué intenta explicar cada uno de los modelos?

13.- ¿Por qué piensas que es necesario hacer una diferencia entre modelo atómico y modelo nuclear? ¿Qué cosa distinta intentan explicar cada uno?

Apliquemos lo aprendido

14.- Para finalizar ¿Conoces el término radiactividad? ¿A qué piensas que hace referencia? ¿Qué relación tendrá con el modelo nuclear?

Apéndice 3.2: Guía clase 2

¿Peligroso descubrimiento?

Nombre: _____ fecha: ___/___/___ curso: _____

Instrucciones:

- Reúnanse en grupos de cuatro personas, cada uno debe trabajar y contestar en su guía.
- Ponga atención a las indicaciones del profesor durante las actividades.
- Inicie la aplicación “física en la escuela”.
- Apague el internet de su celular

Un poco de historia

En 1896, en París, el científico Becquerel descubrió accidentalmente la existencia de unos rayos desconocidos que provenían en las sales de uranio y que éstos lograban velar una placa fotográfica envuelta en papel negro. Le pareció sorprendente que las sales de uranio emanaran algo que afectara las placas fotográficas cuando éstas se encontraban protegidas de la luz. A esta emanación la llamó radiación. Pero tuvo que llegar una científica muy importante para dar pie a nuevas explicaciones.

Manya Sklodowska nació en un antiguo barrio de Varsovia, Polonia, en 1867. En el colegio siempre obtenía los primeros lugares, hasta que en su juventud participó en una organización revolucionaria de estudiantes, por lo que tuvo la oportunidad de seguir estudiando ingresando a la Facultad de Ciencias en la Universidad de la Sorbona, en París. Fue ahí donde, luego de muchas privaciones, obtuvo su licenciatura en ciencias físicas y, un año después, en ciencias matemáticas. Fue en ese tiempo cuando conoció Pierre Curie y en el verano de 1895 se casaron.



Marie Curie
1867 – 1934

Es a partir de ese momento, en que se comienza a llamar Marie Curie y comienza a investigar la propiedad de ciertos elementos químicos que emitían radiaciones, descubriendo la existencia del elemento torio. Los esposos Curie pronto se dieron cuenta de la importancia de estos experimentos y decidieron investigar el fenómeno que producía las emanaciones de radiación de elementos como el uranio y el torio.

Primera Parte

Activando nuestras ideas

De acuerdo a lo que leíste en la introducción y a tus conocimientos sobre este tema responde la siguiente pregunta.

1.- ¿Cuál piensas tú que es la importancia de investigar las radiaciones emitidas?

Pongamos a prueba tus ideas

El desarrollo de la física como ciencia requiere de riesgos, curiosidad y análisis de los fenómenos observados.

Responde las siguientes preguntas con la información de la noticia bajo ellas.

2.- ¿Cuál es la propiedad relacionada con Curie a la que hace referencia la noticia? Explica.

3.- ¿De qué se trata el decaimiento al que hace referencia la noticia? Explica.

4.- ¿Qué es la emanación que se produce en ciertos elementos? ¿Qué características deben tener éstos?

Emanaciones fantasmas son descubiertas

La Academia de Ciencias francesa se reúne cada lunes y los miembros tienen la oportunidad de presentar los resultados de sus investigaciones más recientes. En la sesión del 20 de enero de 1896, el académico Henri Poincaré, informó a sus colegas sobre los descubrimientos que el científico alemán Wilhem Conrad Roentgen había realizado a fines de diciembre pasado. Roentgen había observado que en su tubo de rayos catódicos se producían rayos de naturaleza desconocida, referidos por consiguiente como rayos-X, que poseían un gran poder de penetración, causando fosforescencia tanto en la pared de vidrio del tubo, como en sustancias fosforescentes ubicadas afuera del tubo. Pero fueron los Curie quienes descubrieron algo que cambiaría la historia de la humanidad.

Henri Becquerel, quien estaba presente en la Academia durante el anuncio de Poincaré, escuchó las noticias de los rayos X y decidió investigar de inmediato estos fenómenos fosforescentes con sales cristalinas de uranio. Envolvió una placa fotográfica con hojas gruesas de papel negro y sobre esta, una placa de la sustancia fosforescente (sales de uranio) y se expone al Sol durante horas; al revelar la placa fotográfica se reconoce que la silueta de la sustancia aparece en negro. Se concluía que esta sustancia emite radiaciones que atraviesan el papel opaco a la luz y reducen las sales.

Becquerel pensaba, erróneamente, que era la luz solar la que causaba que el sulfato de uranio y potasio emitiera radiaciones.

En febrero suele estar nublado en París. Al no poder exponer las sales a la luz solar, Becquerel guardó su experimento hasta el 1 de marzo y reveló la placa, esperando encontrar una imagen muy débil, pero vio siluetas de gran intensidad. De inmediato realizó una nueva observación, exponiendo cinco horas la placa a las sales en total oscuridad, velándose

En diciembre de 1897 una nueva serie de experimentos que harían historia comenzaban en una bodega de la Escuela Municipal de Física y Química Industrial en París. Allí el profesor



Henri Becquerel

Pierre Curie daba clases y ofreció espacio en su laboratorio a su esposa, Marie Sklodowska Curie, quien había decidido iniciar su tesis doctoral en Física en la Sorbona. El tema, el estudio experimental de las propiedades de los "Rayos Becquerel", analizando la ionización producida en el aire por los rayos X y por las emanaciones de uranio similares a las que había usado Becquerel. Las observaciones de Marie Curie rápidamente produjeron resultados: el 2 de abril de 1898 comunicó a la Academia que todos los compuestos de uranio son "activos" y también los del torio. La observación llevaba implícita la noción de que esta actividad era un fenómeno atómico, postura no trivial en una época en que

la estructura atómica de la materia era aún un tema de discusión. Como Marie Curie no era miembro de la Academia, sus resultados debieron ser presentados por el profesor Gabriel Lippmann. El 18 de julio del mismo año, Henri Becquerel presentó una investigación firmada por Pierre y Marie Curie titulada "Sobre una nueva sustancia radio-activa contenida en la Pechblenda". Esta es la primera vez que se le llamó radiactividad al nuevo fenómeno natural; además, el reporte contenía evidencias de un nuevo elemento, el polonio, encontrado en los minerales de uranio.

En diciembre de 1898, los Curie reportaban la posible existencia de otro nuevo elemento, el radio. Ellos notaron que el material que era radiactivo disminuía su concentración en la muestra, mientras que otro de los que estaba en ella aumentaba su cantidad, siendo un elemento más liviano. Cuando esto ocurría, decían que el elemento radiactivo decaía.

Hoy día sabemos que lo anterior se puede producir por tres métodos:

- Cuando se escapa un núcleo de helio.
- Cuando del núcleo atómico se emite un electrón.
- Cuando del núcleo se emite energía.

En los dos primeros, el elemento radiactivo cambia convirtiéndose en otro, mientras que con el tercer método continúa siendo el mismo elemento.

A continuación, lee de forma individual las siguientes noticias. El contenido de la segunda noticia no es estrictamente científico, por lo que contiene el mal uso de conceptos; subraya aquellas partes en las que crees que se está mal utilizando un término y justifica.

Esposos Curie desarrollan tratamiento contra el cáncer

En el año 1901 experimentos realizados por Pierre y Marie Curie los llevaron a realizar investigaciones sobre los efectos de la radiactividad en el cuerpo humano, descubriendo que el radio cura la lepra, tumores y algunas formas de cáncer.

Uno de los científicos que ha dado de qué hablar este tiempo, se trata de Marie Curie y su esposo Pierre, quienes propusieron la idea de insertar una fuente radiactiva en un tumor para observar lo que sucedía.

Gran fue la sorpresa en el mundo de la ciencia cuando se descubrió que la radiación producida por el elemento radiactivo redujo el tamaño del tumor. Esto representó el nacimiento de una técnica llamada "curieterapia".

La curieterapia pronto se convirtió en una arma indispensable frente al cáncer, pero también frente a otras enfermedades no tumorales. Henri Alexander Danlos fue uno de los primeros médicos en emplear la curieterapia para el tratamiento de las lesiones cutáneas producidas por el lupus, al igual que De Beurman y Gougerot hicieron sobre las cicatrices queloides. En ambos casos, los resultados fueron espectaculares y aumentaron aún más el interés que la curieterapia había empezado a despertar entre la comunidad médica. Este tipo de radiación interna, usa una fuente radiactiva que se coloca dentro del cuerpo o cerca del tumor; esta



Matrimonio Curie

fente usualmente está sellada en un contenedor llamado implante. El implante se coloca muy cerca o dentro del tumor de tal forma que dañe la menor cantidad de células normales como sea posible.

La radioterapia interna permite una mayor dosis de radiación en un área más pequeña.

Antes de colocar los implantes en el cuerpo, éstos permanecen en depósitos especiales que retienen la radiación en su interior de tal forma que no pueda afectar

a otras partes.

Obviamente se deben tomar medidas de precaución, como por ejemplo la sala en

donde se administre el tratamiento debe ser adecuada para contener la radiación, los médicos vistan un equipo especial para protegerse de la exposición a la radiación.

La radiación emitida por los elementos radiactivos, produce la liberación de partículas y energía que son bastante peligrosas para las células que están en proceso de división. Como las células cancerosas tienden a dividirse rápidamente y a crecer sin control, la curieterapia interna es útil para acabar con tumores y ciertos tipos de cáncer.

Tanta trascendencia tuvieron sus resultados que hasta el propio rey británico Eduardo VII, que había sido tratado sin éxito con otras terapias por la existencia de un carcinoma basocelular en el dorso de su nariz, se sometió a un tratamiento con Radio en 1906 alcanzando una respuesta completa del tumor que nunca volvió a producirse.

Medicina natural es capaz de curas milagrosas

En el año 1900, los sabios científicos alemanes Walkhoff y Giesel anunciaron que las nuevas sustancias radiactivas descubiertas tienen efectos fisiológicos. De esta forma se extiende por todo el mundo de la ciencia la creencia de que los rayos del radio son capaces de curar diferentes enfermedades, ya que con ellos se podrían destruir células enfermas. La técnica se llama curieterapia y con ella, varios médicos franceses han logrado tener éxito en los primeros tratamientos a los enfermos, empleando tubos con contenido de radio.

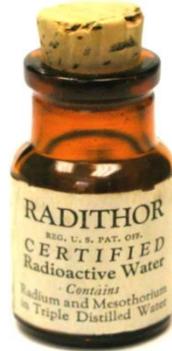
Lo anterior ha producido un gran furor por toda la sociedad europea de principios del siglo XX, pero nos se debe pensar que es un método tan alejado de América, ya que con grandes esfuerzos económicos varios ciudadanos estadounidenses han querido traer este gran producto a base de radio y torio, ya que sus resultados son milagrosos.

Debido a que los elementos radiactivos tienen altas energías, son capaces de romper enlaces a nivel celular, por lo que se puede ocupar en el ámbito de la medicina.

Así es como Alfred Curie creó su crema cosmética "Tho-Radia", cuyo contenido es torio y radio en las mismas proporciones y sus resultados curativos son inigualables ya que las partículas radiactivas pueden acabar con verrugas, acné y otras imperfecciones de la piel.

Otro ejemplo, es la nueva bebida "Radithor" que comenzó a comercializarse desde 1918 y cuyo contenido de agua pura destilada con una pequeña cantidad de radio. Como ingresa al organismo, es capaz de entregarnos toda su energía para mejorar nuestro estado de ánimo, ser más competente en deportes y mantenernos activos por mucho tiempo. Además, ataca las células cancerígenas desde el interior, cura de enfermedades del cerebro, impotencia, entre otros.

Un sistema para convertir al agua en



Radithor

agua radiactiva es el popular producto llamado "Revigator". Sólo se vierte en la jarra con agua cada noche y se consume cada vez que se tenga sed hasta completar una medida de seis vasos al día. Los millones de rayos que penetran en el agua producen que esta saludable bebida sea más energética gracias a la radiactividad.

El creador de "Radithor", William John Aloisus Bailey, quien estudió en la Universidad de Harvard, publicó una presentación titulada "Moderno tratamiento para la glándula endocrina con agua de radio, la nueva arma de la medicina", donde afirma que su producto ha sido efectivo al emplearse en más de cuatrocientas enfermedades y males. El fármaco está destinado a

reparar el sistema endocrino, lo que repercute en el metabolismo que necesita ser revitalizado utilizando radio. Por otro lado, afirma que es un instrumento emisor de radiación benigna, ya que puede distinguir células enfermas de las sanas. Estos productos logran beneficios para la salud humana, pero ya se está implementando para alimentar animales y plantas, consiguiéndose que estos crezcan sanos, fuertes y con más propiedades saludables.

En cualquier caso, se espera que el desarrollo de nuevos productos continúen, ya que como se conoce que el radio es descendiente del uranio y el polonio descendiente del radio, no cabe duda que nuevos experimentos científicos demostrarán sus cualidades curativas y que pronto disfrutaremos de sus grandes propiedades naturales.

Eben Byers, un empresario de Pittsburgh y golfista aficionado, es uno de los pacientes tratados con Radithor luego que su brazo se quebrara, recuperándose rápidamente, dice que se siente mucho mejor, incluso se siente rejuvenecido. Es uno de los muchos clientes satisfechos con los resultados del tratamiento y lo recomienda sus más cercanos y amigos a consumir la bebida, ya que él consume de dos a tres botellas al día.



Eben Byers acabó su recorrido por este mundo el 31 de marzo de 1932.

Desafortunadamente para él, el radio ingerido pasó a los huesos, y con ello toda su energía de radiación se depositó en el tejido óseo, provocando que los huesos se resquebrajaran, desarrollando agujeros en su cráneo, perdió la mayor parte de su mandíbula. Fue enterrado en un ataúd revestido con plomo para bloquear la radiación liberada de los huesos de su cuerpo.

5.- Junto a tus compañeros de grupo, discutan sobre qué parte de la noticia subrayaron y expresen cómo sería la forma de abordarlos.

Comparte con tu profesor y el resto del curso tu respuesta anterior. Anota en el siguiente espacio las conclusiones de la discusión.

Apliquemos lo aprendido

6.- Discute junto a tus compañeros ¿Qué piensas con respecto al uso de la radiactividad en la medicina? ¿Se puede decir que la radiactividad es buena o mala?

Conversa lo anterior con tu profesor e intenta definir radiactividad.

Segunda parte

Activando nuestras ideas

En la primera parte de esta guía, has revisado los conceptos fundamentales en cuanto a la radiactividad donde habrás verificado su uso en la medicina y su mal uso comercial. Con respecto al caso de Byers ¿Por qué piensas que fue necesario enterrarlo en un ataúd revestido con plomo?

Pongamos a prueba tus ideas

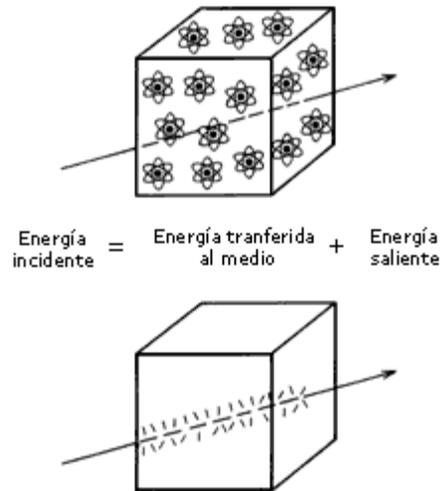
Responde las siguientes preguntas con la información proporcionada por un extracto del libro “La radiactividad al servicio de la vida”, escrito por María Ester Brandan, Rodolfo Díaz Perches y Patricia Ostrosky.

7.- ¿A qué corresponde el término vida media?

8.- ¿Es igual para todos los elementos? ¿De qué dependen?

9.- Investiga ¿Qué uso se le puede dar a este fenómeno?

RADIATIVIDAD



Interacción de la radiación ionizante con la materia. Los átomos del medio irradiado reciben parte de la energía transportada por la radiación.

Cada núcleo radiactivo se tarda un tiempo característico en decaer. Este tiempo se llama vida media. Si en un instante se tiene una cantidad N de núcleos radiactivos, después de transcurrido un tiempo igual a la vida media solamente quedará la mitad de los núcleos originales, es decir $N/2$. La otra mitad decayó emitiendo radiación. Los $N/2$ núcleos que quedan se tardarán otra vida media en reducirse a la mitad, es decir que después de dos vidas medias queda la cuarta parte de la cantidad original y así sucesivamente, hasta que todos los núcleos hayan decaído. Hay núcleos como el uranio que tienen vidas medias del orden de miles de millones de años (comparables con la edad de nuestro Sistema Solar) y, por otro lado, existen núcleos como el berilio-8 que tienen vidas medias menores que una millonésima de millonésima de millonésima de segundo.

10.- Ahora, junto a tu grupo, determinen cuál de los conceptos trabajados es el más importante y a partir de ahí construyan un mapa mental con los conceptos.

- Radiación gamma
- Radiación
- Decaimiento radiactivo
- Radiactividad
- Partículas alfa
- Irradiación
- Partículas beta
- Vida media



Responde la siguiente pregunta de forma individual

12.- Recordando que la vida media de un elemento radiactivo se calcula como el tiempo en que demora en disminuir a la mitad la cantidad inicial del elemento. Pero ¿Qué sucede con esa mitad de elemento que ya no está? Considera el concepto de decaimiento radiactivo.

Apéndice 3.3: Clase evaluación 1

Clase de evaluación.

Rúbrica de evaluación para el debate científico sobre radiactividad:

Instrucciones:

- Los estudiantes se distribuyen en grupos de seis personas para la organización de un debate sobre algún tema de radiactividad que se presentan más abajo y el profesor le asignará la postura que deben tomar (a favor o en contra).
- Los estudiantes tendrán un plazo de una semana para realizar la investigación necesaria para realizar el debate.
- Cada uno de los estudiantes del debate debe identificarse con cierto personaje que juegue un rol importante con respecto a la temática escogida y representarlo; un ejemplo de esto, sería el de un médico que está a favor de los avances en la radiactividad en el campo de la medicina o un militar que está orgulloso de los resultados de las bombas atómicas.
- Cada grupo para la fecha del debate debe entregar un escrito con su postura y al menos diez datos que la defiendan. Estos deben llevar sus respectivas fuentes de información.
- Los estudiantes serán evaluados según la rúbrica que se encuentra adjunta.

Temas para el debate:

- Radiactividad y medicina.
- Radiactividad como fuente de energía.
- Efectos de la radiactividad en la salud
- Accidentes que involucren a la radiactividad.
- Bombas nucleares y su funcionamiento
- Centrales nucleares y su funcionamiento
- Uso de la radiactividad en la producción de alimentos
- Otros.

Nivel puntos	1	2	3	Total.
Aspectos generales	Los estudiantes se presentan desordenados, utilizan un lenguaje inadecuado y poco científico, perdiendo el hilo de sus ideas.	Los estudiantes se presentan ordenados, hay claridad en lo que dicen o no ocupan un lenguaje científico formal.	Los estudiantes se presentan ordenados, hay claridad en lo que dicen y ocupan un lenguaje científico formal.	
Contenido del escrito	Información incoherente, sin referencias, con faltas ortográficas y no utiliza bien los conceptos tratados en clases.	Información coherente, sin todas las referencias, con algunas faltas ortográficas o utiliza modelos alternativos de lo visto en clases.	Información coherente, con sus referencias, sin faltas ortográficas y utiliza los modelos conceptuales trabajados.	
Roles del debate	Se comportan normalmente como estudiantes que dan información.	La mayor parte del grupo tiene una actitud que demuestra estar involucrada en lo que dicen.	El grupo completo actúa coherentemente a un rol frente al tema que eligieron.	
Contenido presentado	No utiliza los conceptos vistos en clase según el conocimiento científico vigente, no da ejemplos y aplicaciones del tema que escogió.	Utiliza los conceptos vistos en clase según el conocimiento científico vigente o no da ejemplos y aplicaciones del tema que escogió.	Utiliza los conceptos vistos en clase según el conocimiento científico vigente y da ejemplos y aplicaciones del tema que escogió.	
Manejo de la información	No utilizan ningún método de investigación propuesto en clases.	Utiliza métodos de investigación o argumentación propuestos en clases.	Utiliza métodos de investigación y argumentación propuestos en clases.	

Terminología	No utiliza los términos y modelos vistos en clases y no da la definición de estos correctamente.	Utiliza los términos y modelos vistos visto en clases de forma correcta, pero no da la definición de estos correctamente.	Utiliza los términos y modelos vistos en clases de forma correcta y da la definición de estos correctamente.	
Respuestas a preguntas	No logran responder a las preguntas realizadas por los presentes utilizando el modelo potenciado.	Logran responden las preguntas realizadas por los presentes, pero con conocimientos vagos.	Responden a las preguntas realizadas por los presentes, usando conocimientos adecuados.	
Conclusión	Finalizan la presentación sin dar una opinión personal sobre el tema.	Presentan una opinión personal poco crítica sobre el tema.	Presentan una opinión personal crítica sobre el tema.	
			total, puntaje	
			Nota	

Apéndice 3.4: Clase evaluación 2

Clase de evaluación.

Rúbrica de evaluación para la feria científica sobre radiactividad:

Instrucciones:

- Los estudiantes se distribuyen en grupos de a lo más cuatro personas para la creación de un stand sobre algún temas relacionados con la radiactividad que se presentan más abajo.
- Los estudiantes contarán con un plazo de una semana para realizar la investigación necesaria para aportar en el diseño de sus stands y recopilar información, junto con una personificación de los encargados de los distintos stand que esté relacionado con su tema a exponer
- Los stands deben contar con algún póster con el resumen de la información que se entregará, un souvenir para los asistentes a la feria científica y alguna tarjeta de información, tríptico o díptico sobre el tema a tratar.
- Los estudiantes serán evaluados según la rúbrica que se encuentra adjunta y mediante pares evaluadores, que pueden estar formados interdisciplinariamente, es decir, puede estar conformado por los profesores del departamento de ciencias (física, química y biología) o por los profesores de distintos departamentos (historia, lenguaje y física)

Temas para la feria científica:

- Radiactividad y medicina.
- Radiactividad como fuente de energía.
- Radiactividad en la sociedad.
- Efectos de la radiactividad en la salud
- Accidentes que involucren a la radiactividad.
- Bombas nucleares y su funcionamiento
- Centrales nucleares y su funcionamiento
- Tipos de radiactividad, (α , β y γ)
- Protección ante la radiactividad
- Uso de la radiactividad en la producción de alimentos
- Otros.

Nivel puntos	1	2	3	Total
Aspectos generales	Los estudiantes se presentan desordenados, utilizan un lenguaje inadecuado y poco científico, perdiendo el hilo de sus ideas.	Los estudiantes se presentan ordenados, hay claridad en lo que dicen o no ocupan un lenguaje científico formal.	Los estudiantes se presentan ordenados, hay claridad en lo que dicen y ocupan un lenguaje científico formal.	
Contenido del stand	Información incoherente, sin referencias, con faltas ortográficas y no utiliza bien los conceptos tratados en clases.	Información coherente, sin todas las referencias, con algunas faltas ortográficas o utiliza modelos alternativos de lo visto en clases.	Información coherente, con sus referencias, sin faltas ortográficas y utiliza los modelos conceptuales trabajados.	
Diseño del stand	Presenta sólo póster donde aparece la información necesaria sobre el tema a tratar, pero incompleta.	Contiene póster, souvenir para las personas que se acercan al stand o elementos para entregar información.	Contiene póster, souvenir y trípticos o tarjetas con información para las personas que se acerquen al stand.	
Contenido presentado	No utiliza los conceptos vistos en clase según el conocimiento científico vigente y no da ejemplos y aplicaciones del tema que escogió.	Utiliza los conceptos vistos en clase según el conocimiento científico vigente o no da ejemplos y aplicaciones del tema que escogió.	Utiliza los conceptos vistos en clase según el conocimiento científico vigente y da ejemplos y aplicaciones del tema que escogió.	
Manejo de la información	No utilizan ningún método de investigación propuesto en clases.	Utiliza métodos de investigación o argumentación propuestos en clases.	Utiliza métodos de investigación y argumentación propuestos en clases.	

Terminología	No utiliza los términos y modelos vistos en clases y no da la definición de estos correctamente.	Utiliza los términos y modelos vistos visto en clases de forma correcta, pero no da la definición de estos correctamente.	Utiliza los términos y modelos vistos en clases de forma correcta y da la definición de estos correctamente.	
Respuestas a preguntas	No logran responder a las preguntas realizadas por los presentes utilizando el modelo potenciado.	Logran responden las preguntas realizadas por los presentes, pero con conocimientos vagos.	Responden a las preguntas realizadas por los presentes, usando conocimientos adecuados.	
Conclusión	Finalizan la presentación sin dar una opinión personal sobre el tema.	Presentan una opinión personal poco crítica sobre el tema.	Presentan una opinión personal crítica sobre el tema.	
			total, puntaje	
			Nota	

Apéndice 4: Guías profesores pre-validación

Apéndice 4.1: Guía clase 1

Mundo invisible – Guía con indicaciones al docente

Nombre: _____ fecha: ___/___/___ curso: _____

Instrucciones:

Se les indica a los estudiantes que se trabajará de forma grupal, por lo que debes hacer grupo de cuatro compañeros. El profesor indica quién será el presidente de grupo y da 1 minuto para que se repartan los cargos que queden.

Se les pide que descarguen la aplicación “Física en la escuela” desde la playstore y que luego desconecten el internet de su celular. Se les recuerda que deben usar el celular como un instrumento para la investigación.

Se recomienda que uno de los estudiantes lea el texto de la sección “Un poco de historia”.

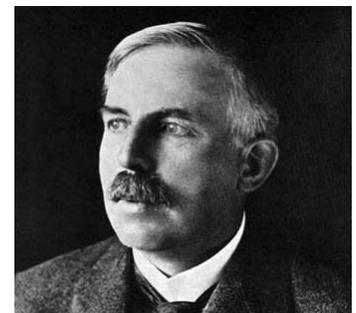
1

Un poco de historia

Demócrito fue un filósofo griego que concibió el siguiente pensamiento: la materia estaba formada por partículas muy pequeñas, tanto que llega un punto en el cual no se pueden dividir. A estas partículas las llamó “átomos”. Su idea quedó sumergida por la de Platón, quien gozaba de mayor popularidad, al definir que la materia estaba compuesta por los cuatro elementos (fuego, aire, agua, tierra).

No fue sino hasta 1808 cuando John Dalton retomó la concepción de la materia formada por átomos, quedando así como una hipótesis lógica que para ese tiempo contaba con detractores de todo ámbito en la ciencia.

Luego el científico Joseph John Thomson en 1897 propone que los átomos sean considerados una gran partícula positiva en cuyo interior se encuentran varias partículas mucho más pequeñas, con carga eléctrica negativa. Luego entra en escena Ernest Rutherford quien mediante un experimento en su laboratorio, logra consolidar al “átomo” como una teoría.

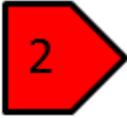


Ernest Rutherford
(1871 – 1937)

La sección anterior, permite que los estudiantes puedan tener un primer acercamiento con el tema a tratar.

La sección siguiente comprende tres preguntas que deben responder de manera individual sobre el texto anterior y sus conocimientos previos. Calcule un tiempo estimado entre 5 a 8 minutos para responder las preguntas.

Primera Parte



Activando nuestras ideas

De acuerdo a lo que leíste en la introducción y a tus conocimientos sobre este tema responde las siguientes preguntas.

1.- ¿Cuál piensas que es la diferencia entre “hipótesis” y “teoría”? Escribe 3 ejemplos para cada una.

2.- ¿Qué recuerdas sobre los “modelos atómicos”?

3.- ¿Qué relevancia piensas tú que tiene en el desarrollo de la ciencia el desarrollo de un modelo atómico a otro?



Pongamos a prueba tus ideas

Desde el punto de vista de la ciencia para llegar a comprender la realidad se generan propuestas que intentan explicarla, pero éstas deben pasar “pruebas” o ser capaz de responder frente a distintos sucesos que se observan.

Para poner a prueba las ideas de los estudiantes, se proyectará directamente un video llamado “Modelos Atómicos”. Hay que indicarle a los estudiantes que deben tomar apuntes del video para luego responder las preguntas 4, 5 y 6 asociadas al video. Estime un tiempo entre 16 a 18 minutos para ello.



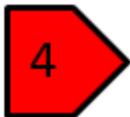
Una vez que los estudiantes hayan terminado de responder las preguntas, genere una puesta en común con las ideas de los estudiantes. Para ello contemple una duración entre 5 a 8 minutos.

A continuación, verán un video explicativo sobre el desarrollo de los modelos atómicos a lo largo de la historia. En el siguiente espacio, puedes tomar apuntes sobre cada uno de ellos (propuesta del modelo, científico asociado, fecha, experimentos, identificar los errores de cada modelo, etc.).

4.- Seleccionando el modelo atómico de Thomson ¿Es capaz de explicar la unión entre elementos químicos? ¿Por qué?

5.- Ocupando el modelo atómico de Rutherford ¿Piensas que se pueda explicar la estabilidad de los átomos (que los electrones no caigan hacia el núcleo)? ¿Por qué?

6.- Observando los modelos propuestos por Bohr, Sommerfeld y Schrödinger ¿Son capaces de explicar lo que ocurre dentro del núcleo atómico? ¿Por qué?



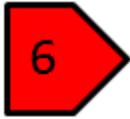
7.- Discute las preguntas anteriores con tu grupo y traten de llegar a un consenso. ¿Qué es un átomo? ¿Cómo los modelos permiten definirlo? Escríbelo en el siguiente recuadro.



Te invitamos a conversar con tu profesor la pregunta “¿cómo los modelos llegan a definirlo?”. Anota en el siguiente espacio las conclusiones de la discusión.

Apliquemos lo aprendido...

Como tal vez pudieron notar cada modelo trata de explicar un hecho de la realidad, lo que conlleva a que concibe la realidad de una forma distinta. Por lo tanto, todos estos modelos pueden ser válidos dependiendo del tema que quieran explicar y su contexto.



8.- Anteriormente, pudiste observar que no todos los modelos explican algunos fenómenos. Ahora, junto a tu grupo, ideen ejemplos donde cada modelo pueda ser válido.

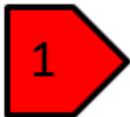
La segunda parte de la clase se enfoca en comprender los procesos que ocurren en el núcleo atómico, por lo que las preguntas 8 y 9 están orientadas con ese objetivo. Estime un tiempo entre 5 a 8 minutos para esta actividad.



Una vez que los estudiantes hayan terminado de responder las preguntas, genere una puesta en común con las ideas de los estudiantes. Para ello contemple una duración entre 5 a 8 minutos.

Segunda parte

Activando nuestras ideas



Ya hemos visto la evolución de los modelos atómicos, sus contribuciones y sus errores. A continuación, en esta segunda parte te introducirás un poco más a fondo sobre los modelos que demandan la atención de esta clase.



9.- ¿Qué diferencia a un elemento atómico de otro? ¿Qué parte del átomo piensas que es la que otorga las características de éste? ¿Por qué?

10.- Hay ocasiones en que un mismo elemento atómico tiene diferentes características que sus congéneres. Un ejemplo de esto es el átomo más simple: el hidrógeno, ya que también está su forma como deuterio y tritio, a pesar de ser el mismo elemento ¿Por qué piensas que esto ocurre?



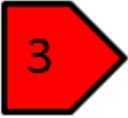
Comparte con tu grupo las respuestas de las preguntas 8 y 9, para luego compartirlas con tu profesor y el resto del curso. Anota en el siguiente espacio las conclusiones de la discusión.

Ahora, se requiere el uso del video “Modelos nucleares”, para responder las preguntas asociadas al video. Hay que indicarles a los estudiantes que deben tomar apuntes del video para luego responder las preguntas 10 y 11 asociadas al video. Estime un tiempo entre 8 a 10 minutos para ello.



Indique que la pregunta 12 está hecha para consolidar las dos partes de la clase.

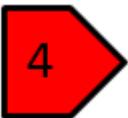
Pongamos a prueba tus ideas



A continuación, verás un video explicativo sobre algunos modelos del núcleo atómico. En el siguiente espacio, toma apuntes sobre cada uno de ellos (modelo, científico asociado, fecha, experimentos, etc.)

11.- ¿En qué se diferencia cada uno de los modelos nucleares?

12.- Comenta con tus compañeros de grupo ¿qué intenta explicar cada uno de los modelos?



13.- ¿Por qué piensas que es necesario hacer una diferencia entre modelo atómico y modelo nuclear? ¿Qué cosa distinta intentan explicar cada uno?

Para esta última pregunta, los estudiantes tienen que enfocarse en relacionar lo visto en esta clase con el tema que se trabajará la próxima clase.



Apliquemos lo aprendido



14.- Para finalizar ¿Conoces el término radiactividad? ¿A qué piensas que hace referencia? ¿Qué relación tendrá con el modelo nuclear?

Apéndice 4.2: Guía clase 2

¿Peligroso descubrimiento? – Guía con indicaciones al docente

Nombre: _____ fecha: ___/___/___ curso: _____

Instrucciones:

Se les indica a los estudiantes que se trabajará de forma grupal, por lo que debes hacer grupo de cuatro compañeros. El profesor indica quién será el presidente de grupo y da 1 minuto para que se repartan los cargos que queden.

Se les pide que descarguen la aplicación “Física en la escuela” desde la playstore y que luego desconecten el internet de su celular. Se les recuerda que deben usar el celular como un instrumento para la investigación.

Se recomienda que uno de los estudiantes lea el texto de la sección “Un poco de historia”.

P

1

Un poco de historia

En 1896, en París, el científico Becquerel descubrió accidentalmente la existencia de unos rayos desconocidos que provenían en las sales de uranio y que éstos lograban velar una placa fotográfica envuelta en papel negro. Le pareció sorprendente que las sales de uranio emanaran algo que afectara las placas fotográficas cuando éstas se encontraban protegidas de la luz. A esta emanación la llamó radiación.

Manya Sklodowska nació en un antiguo barrio de Varsovia, Polonia, en 1867. En el colegio siempre obtenía los primeros lugares, hasta que en su juventud participó en una organización revolucionaria de estudiantes, por lo que tuvo la oportunidad de seguir estudiando ingresando a la Facultad de Ciencias en la Universidad de la Sorbona, en París. Fue ahí donde, luego de muchas privaciones, obtuvo su licenciatura en ciencias físicas y, un año después, en ciencias matemáticas. Fue en ese tiempo cuando conoció Pierre Curie y en el verano de 1895 se casaron.

Es a partir de ese momento, en que se comienza a llamar Marie Curie y comienza a investigar la propiedad de ciertos elementos químicos que emitían radiaciones, descubriendo la existencia del elemento torio. Los esposos Curie pronto se dieron cuenta de la importancia de estos experimentos y decidieron investigar el fenómeno que producía las emanaciones de radiación de elementos como el uranio y el torio.



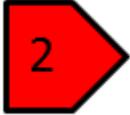
Marie Curie
1867 – 1934



La sección anterior, permite que los estudiantes puedan tener un primer acercamiento con el tema a tratar.

La sección siguiente comprende una pregunta que deben responder de manera individual sobre el concepto de radiación. Calcule un tiempo estimado entre 2 a 3 minutos para responder la pregunta.

Primera Parte



Activando nuestras ideas

De acuerdo a lo que leíste en la introducción y a tus conocimientos sobre este tema responde la siguiente pregunta.

1.- ¿Cuál piensas tú que es la importancia de investigar las radiaciones emitidas?



Pongamos a prueba tus ideas

El desarrollo de la física como ciencia requiere de riesgos, curiosidad y análisis de los fenómenos observados.

Responde las siguientes preguntas con la información de la noticia bajo ellas.

2.- ¿Cuál es la propiedad relacionada con Curie a la que hace referencia la noticia? Explica.

3.- ¿De qué se trata el decaimiento al que hace referencia la noticia? Explica.

4.- ¿Qué es la emanación que se produce en ciertos elementos? ¿Qué características deben tener éstos?

Emanaciones fantasmas son descubiertas

La Academia de Ciencias francesa se reúne cada lunes y los miembros tienen la oportunidad de presentar los resultados de sus investigaciones más recientes. En la sesión del 20 de enero de 1896, el académico Henri Poincaré, informó a sus colegas sobre los descubrimientos que el científico alemán Wilhem Conrad Roentgen había realizado a fines de diciembre pasado. Roentgen había observado que en su tubo de rayos catódicos se producían rayos de naturaleza desconocida, referidos por consiguiente como rayos-X, que poseían un gran poder de penetración, causando fosforescencia tanto en la pared de vidrio del tubo, como en sustancias fosforescentes ubicadas afuera del tubo. Pero fueron los Curie quienes descubrieron algo que cambiaría la historia de la humanidad.

Henri Becquerel, quien estaba presente en la Academia durante el anuncio de Poincaré, escuchó las noticias de los rayos X y decidió investigar de inmediato estos fenómenos fosforescentes con sales cristalinas de uranio. Envolvió una placa fotográfica con hojas gruesas de papel negro y sobre esta, una placa de la sustancia fosforescente (sales de uranio) y se expone al Sol durante horas; al revelar la placa fotográfica se reconoce que la silueta de la sustancia aparece en negro. Se concluía que esta sustancia emite radiaciones que atraviesan el papel opaco a la luz y reducen las sales.

Becquerel pensaba, erróneamente, que era la luz solar la que causaba que el sulfato de uranio y potasio emitiera radiaciones.

En febrero suele estar nublado en París. Al no poder exponer las sales a la luz solar, Becquerel guardó su experimento hasta el 1 de marzo y reveló la placa, esperando encontrar una imagen muy débil, pero vio siluetas de gran intensidad. De inmediato realizó una nueva observación, exponiendo cinco horas la placa a las sales en total oscuridad, velándose

En diciembre de 1897 una nueva serie de experimentos que harían historia comenzaban en una bodega de la Escuela Municipal de Física y Química Industrial en París. Allí el profesor



Henri Becquerel

Pierre Curie daba clases y ofreció espacio en su laboratorio a su esposa, Marie Sklodowska Curie, quien había decidido iniciar su tesis doctoral en Física en la Sorbona. El tema, el estudio experimental de las propiedades de los "Rayos Becquerel", analizando la ionización producida en el aire por los rayos X y por las emanaciones de uranio similares a las que había usado Becquerel. Las observaciones de Marie Curie rápidamente produjeron resultados: el 2 de abril de 1898 comunicó a la Academia que todos los compuestos de uranio son "activos" y también los del torio. La observación llevaba implícita la noción de que esta actividad era un fenómeno atómico, postura no trivial en una época en que

la estructura atómica de la materia era aún un tema de discusión. Como Marie Curie no era miembro de la Academia, sus resultados debieron ser presentados por el profesor Gabriel Lippmann. El 18 de julio del mismo año, Henri Becquerel presentó una investigación firmada por Pierre y Marie Curie titulada "Sobre una nueva sustancia radio-activa contenida en la Pechblenda". Esta es la primera vez que se le llamó radiactividad al nuevo fenómeno natural; además, el reporte contenía evidencias de un nuevo elemento, el polonio, encontrado en los minerales de uranio.

En diciembre de 1898, los Curie reportaban la posible existencia de otro nuevo elemento, el radio. Ellos notaron que el material que era radiactivo disminuía su concentración en la muestra, mientras que otro de los que estaba en ella aumentaba su cantidad, siendo un elemento más liviano. Cuando esto ocurría, decían que el elemento radiactivo decaía.

Hoy día sabemos que lo anterior se puede producir por tres métodos:

- Cuando se escapa un núcleo de helio.
- Cuando del núcleo atómico se emite un electrón.
- Cuando del núcleo se emite energía.

En los dos primeros, el elemento radiactivo cambia convirtiéndose en otro, mientras que con el tercer método continúa siendo el mismo elemento.

A continuación, lee de forma individual las siguientes noticias. El contenido de la segunda noticia no es estrictamente científico, por lo que contiene el mal uso de conceptos; subraya aquellas partes en las que crees que se está mal utilizando un término.

Esposos Curie desarrollan tratamiento contra el cáncer

En el año 1901 experimentos realizados por Pierre y Marie Curie los llevaron a realizar investigaciones sobre los efectos de la radiactividad en el cuerpo humano, descubriendo que el radio cura la lepra, tumores y algunas formas de cáncer.

Uno de los científicos que ha dado de qué hablar este tiempo, se trata de Marie Curie y su esposo Pierre, quienes propusieron la idea de insertar una fuente radiactiva en un tumor para observar lo que sucedía.

Gran fue la sorpresa en el mundo de la ciencia cuando se descubrió que la radiación producida por el elemento radiactivo redujo el tamaño del tumor. Esto representó el nacimiento de una técnica llamada "curieterapia".

La curieterapia pronto se convirtió en una arma indispensable frente al cáncer, pero también frente a otras enfermedades no tumorales. Henri Alexander Danlos fue uno de los primeros médicos en emplear la curieterapia para el tratamiento de las lesiones cutáneas producidas por el lupus, al igual que De Beurman y Gougerot hicieron sobre las cicatrices queloides. En ambos casos, los resultados fueron espectaculares y aumentaron aún más el interés que la curieterapia había empezado a despertar entre la comunidad médica. Este tipo de radiación interna, usa una fuente radiactiva que se coloca dentro del cuerpo o cerca del tumor; esta



Matrimonio Curie

fente usualmente está sellada en un contenedor llamado implante. El implante se coloca muy cerca o dentro del tumor de tal forma que dañe la menor cantidad de células normales como sea posible.

La radioterapia interna permite una mayor dosis de radiación en un área más pequeña.

Antes de colocar los implantes en el cuerpo, éstos permanecen en depósitos especiales que retienen la radiación en su interior de tal forma que no pueda afectar

a otras partes.

Obviamente se deben tomar medidas de precaución, como por ejemplo la sala en

donde se administre el tratamiento debe ser adecuada para contener la radiación, los médicos vistan un equipo especial para protegerse de la exposición a la radiación.

La radiación emitida por los elementos radiactivos, produce la liberación de partículas y energía que son bastante peligrosas para las células que están en proceso de división. Como las células cancerosas tienden a dividirse rápidamente y a crecer sin control, la curieterapia interna es útil para acabar con tumores y ciertos tipos de cáncer.

Tanta trascendencia tuvieron sus resultados que hasta el propio rey británico Eduardo VII, que había sido tratado sin éxito con otras terapias por la existencia de un carcinoma basocelular en el dorso de su nariz, se sometió a un tratamiento con Radio en 1906 alcanzando una respuesta completa del tumor que nunca volvió a producirse.

Medicina natural es capaz de curas milagrosas

En el año 1900, los sabios científicos alemanes Walkhoff y Giesel anunciaron que las nuevas sustancias radiactivas descubiertas tienen efectos fisiológicos. De esta forma se extiende por todo el mundo de la ciencia la creencia de que los rayos del radio son capaces de curar diferentes enfermedades, ya que con ellos se podrían destruir células enfermas. La técnica se llama curieterapia y con ella, varios médicos franceses han logrado tener éxito en los primeros tratamientos a los enfermos, empleando tubos con contenido de radio.

Lo anterior ha producido un gran furor por toda la sociedad europea de principios del siglo XX, pero nos se debe pensar que es un método tan alejado de América, ya que con grandes esfuerzos económicos varios ciudadanos estadounidenses han querido traer este gran producto a base de radio y torio, ya que sus resultados son milagrosos.

Debido a que los elementos radiactivos tienen altas energías, son capaces de romper enlaces a nivel celular, por lo que se puede ocupar en el ámbito de la medicina.

Así es como Alfred Curie creó su crema cosmética "Tho-Radia", cuyo contenido es torio y radio en las mismas proporciones y sus resultados curativos son inigualables ya que las partículas radiactivas pueden acabar con verrugas, acné y otras imperfecciones de la piel.

Otro ejemplo, es la nueva bebida "Radithor" que comenzó a comercializarse desde 1918 y cuyo contenido de agua pura destilada con una pequeña cantidad de radio. Como ingresa al organismo, es capaz de entregarnos toda su energía para mejorar nuestro estado de ánimo, ser más competente en deportes y mantenernos activos por mucho tiempo. Además, ataca las células cancerígenas desde el interior, cura de enfermedades del cerebro, impotencia, entre otros.

Un sistema para convertir al agua en



Radithor

agua radiactiva es el popular producto llamado "Revigator". Sólo se vierte en la jarra con agua cada noche y se consume cada vez que se tenga sed hasta completar una medida de seis vasos al día. Los millones de rayos que penetran en el agua producen que esta saludable bebida sea más energética gracias a la radiactividad.

El creador de "Radithor", William John Aloisus Bailey, quien estudió en la Universidad de Harvard, publicó una presentación titulada "Moderno tratamiento para la glándula endocrina con agua de radio, la nueva arma de la medicina", donde afirma que su producto ha sido efectivo al emplearse en más de cuatrocientas enfermedades y males. El fármaco está destinado a

reparar el sistema endocrino, lo que repercute en el metabolismo que necesita ser revitalizado utilizando radio. Por otro lado, afirma que es un instrumento emisor de radiación benigna, ya que puede distinguir células enfermas de las sanas. Estos productos logran beneficios para la salud humana, pero ya se está implementando para alimentar animales y plantas, consiguiéndose que estos crezcan sanos, fuertes y con más propiedades saludables.

En cualquier caso, se espera que el desarrollo de nuevos productos continúen, ya que como se conoce que el radio es descendiente del uranio y el polonio descendiente del radio, no cabe duda que nuevos experimentos científicos demostrarán sus cualidades curativas y que pronto disfrutaremos de sus grandes propiedades naturales.

Eben Byers, un empresario de Pittsburgh y golfista aficionado, es uno de los pacientes tratados con Radithor luego que su brazo se quebrara, recuperándose rápidamente, dice que se siente mucho mejor, incluso se siente rejuvenecido. Es uno de los muchos clientes satisfechos con los resultados del tratamiento y lo recomienda sus más cercanos y amigos a consumir la bebida, ya que él consume de dos a tres botellas al día.



Eben Byers acabó su recorrido por este mundo el 31 de marzo de 1932.

Desafortunadamente para él, el radio ingerido pasó a los huesos, y con ello toda su energía de radiación se depositó en el tejido óseo, provocando que los huesos se resquebrajaran, desarrollando agujeros en su cráneo, perdió la mayor parte de su mandíbula. Fue enterrado en un ataúd revestido con plomo para bloquear la radiación liberada de los huesos de su cuerpo.

5.- Junto a tus compañeros de grupo, discutan sobre qué parte de la noticia subrayaron y expresen cómo sería la forma de abordarlos.

4

Comparte con tu profesor y el resto del curso tu respuesta anterior. Anota en el siguiente espacio las conclusiones de la discusión.

Apliquemos lo aprendido

6.- Discute junto a tus compañeros ¿Qué piensas con respecto al uso de la radiactividad en la medicina? ¿Se puede decir que la radiactividad es buena o mala?

5

Conversa lo anterior con tu profesor e intenta definir radiactividad.

Segunda parte

Activando nuestras ideas

1

En la primera parte de esta guía, has revisado los conceptos fundamentales en cuanto a la radiactividad donde habrás verificado su uso en la medicina y su mal uso comercial. Con respecto al caso de Byers

2

¿Por qué piensas que fue necesario enterrarlo en un ataúd revestido con plomo?

Pongamos a prueba tus ideas

3

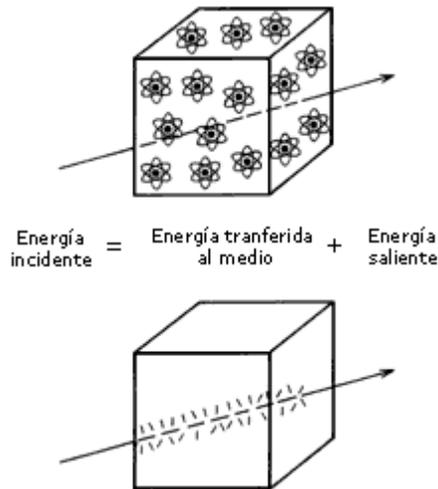
Responde las siguientes preguntas con la información proporcionada por un extracto del libro “La radiactividad al servicio de la vida”, escrito por María Ester Brandan, Rodolfo Díaz Perches y Patricia Ostrosky.

7.- ¿A qué corresponde el término vida media?

8.- ¿Es igual para todos los elementos? ¿De qué dependen?

9.- Investiga ¿Qué uso se le puede dar a este fenómeno?

RADIATIVIDAD



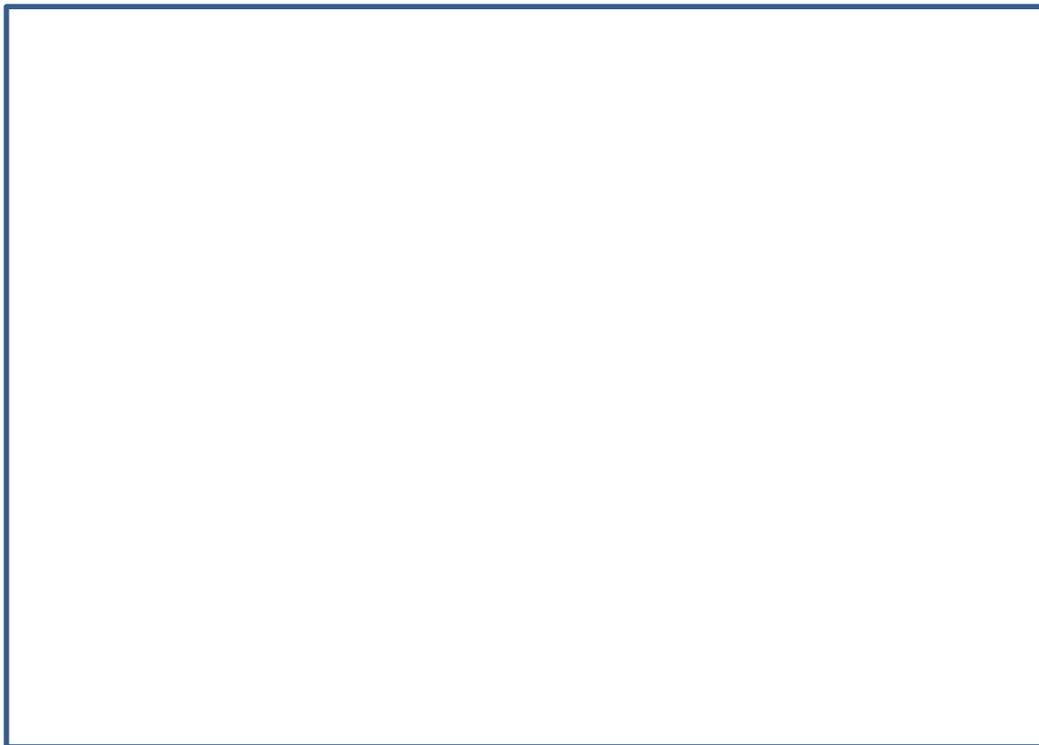
Interacción de la radiación ionizante con la materia. Los átomos del medio irradiado reciben parte de la energía transportada por la radiación.

Cada núcleo radiactivo se tarda un tiempo característico en decaer. Este tiempo se llama vida media. Si en un instante se tiene una cantidad N de núcleos radiactivos, después de transcurrido un tiempo igual a la vida media solamente quedará la mitad de los núcleos originales, es decir $N/2$. La otra mitad decayó emitiendo radiación. Los $N/2$ núcleos que quedan se tardarán otra vida media en reducirse a la mitad, es decir que después de dos vidas medias queda la cuarta parte de la cantidad original y así sucesivamente, hasta que todos los núcleos hayan decaído. Hay núcleos como el uranio que tienen vidas medias del orden de miles de millones de años (comparables con la edad de nuestro Sistema Solar) y, por otro lado, existen núcleos como el berilio-8 que tienen vidas medias menores que una millonésima de millonésima de millonésima de segundo.



10.- Ahora, junto a tu grupo, determinen cuál de los conceptos trabajados es el más importante y a partir de ahí construyan un mapa mental con los conceptos y agregado.

- Radiación gamma
- Radiación
- Decaimiento radiactivo
- Radiactividad
- Partículas alfa
- Irradiación
- Partículas beta
- Vida media



Apliquemos lo aprendido

Como tal vez pudiste notar, la radiactividad se relaciona con varios conceptos y procesos. Tanto que llega a ser necesario que se estudien sus propiedades y que se informe de estas a las personas, para evitar malos entendidos y que ésta pueda ser utilizada de forma incorrecta.

Lee el siguiente fragmento y trata de explicar qué sucedió

El reactor nuclear de Oklo

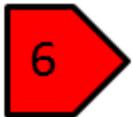
La compañía de minas de uranio de Franceville, Gabón, África, concentraba el uranio proveniente de las minas de uranio con el propósito final de producir combustible para reactores nucleares. En el mercado de uranio enriquecido, la concentración de uranio-235 en la naturaleza tiene un valor de referencia que se expresa en un porcentaje de la masa total de uranio, y es un poco menos de 0,72%. Se utiliza en los contratos de enriquecimiento para evaluar el trabajo de separación. Esta norma parece ser representativa del contenido isotópico

del uranio 235 de la mayor parte del uranio natural conocido. Pero en el año 1972 se dio a conocer un fenómeno realmente curioso en la compañía de minas: se encontró un contenido demasiado bajo de uranio 235 en su producto. Rastreando el fenómeno, se descubrió que ese mineral provenía precisamente de la cantera de Oklo. Este yacimiento de uranio abarca una superficie de aproximadamente 35 000 km².

El impacto de este descubrimiento fue tan grande que se tomó la decisión de interrumpir la explotación del mineral para permitir estudios científicos del fenómeno. Como consecuencia de estos estudios, en 1975 se realizó en Libreville, Gabón, un coloquio internacional, que fue el primero de una serie, ya que este hecho notorio fue el objeto de numerosos trabajos y muchos coloquios consagrados a los aspectos geológicos, geoquímicos y nucleares del fenómeno.

El uranio en la naturaleza está formado por vario isótopos, pero los que se encuentran en mayor cantidad en el uranio 238 y el uranio 235, pero el segundo siendo más inestable, tiene una vida media más corta.

El uranio no ha tenido siempre la misma relación isotópica en la naturaleza, ya que hace aproximadamente 700 000 000 de años existía dos veces más de uranio 235, pero la cantidad de uranio 238 era muy poco mayor a la que existe actualmente.



11.- ¿Cómo se podría explicar la pérdida de uranio 235? Utiliza todos los conceptos con los que hemos trabajado hoy?

Responde la siguiente pregunta de forma individual

12.- Recordando que la vida media de un elemento radiactivo se calcula como el tiempo en que demora en disminuir a la mitad la cantidad inicial del elemento. Pero ¿Qué sucede con esa mitad de elemento que ya no está? Considera el concepto de decaimiento radiactivo.

Apéndice 4.3: Guía clase 3

Un ancestro común – Guía con indicaciones al docente

Nombre: _____ fecha: ___/___/___ curso: _____

Instrucciones:

Se les indica a los estudiantes que se trabajará de forma grupal, por lo que debes hacer grupo de cuatro compañeros. El profesor indica quién será el presidente de grupo y da 1 minuto para que se repartan los cargos que queden.

Se les pide que descarguen la aplicación “Física en la escuela” desde la playstore y que luego desconecten el internet de su celular. Se les recuerda que deben usar el celular como un instrumento para la investigación.

Se recomienda que uno de los estudiantes lea el texto de la sección “Un poco de historia”.

1

Un poco de historia

Luego de que Marie y Pierre Curie definieran la radiactividad de los elementos, el discípulo de Ernest Rutherford, Frederick Soddy definió lo que sucedía cuando un elemento radiactivo decaía, transmutaba o se transformaba en otro por uno de los tres procesos conocidos, descubrió ciertas similitudes en el decaimiento de los elementos y cómo se comportaban.



Una vez que Soddy definió como se comportaban los elementos con la radiactividad que emitían, estos conocimientos se aplicaron directamente en dos cosas que fueron y aun son muy importantes en la historia de la humanidad.



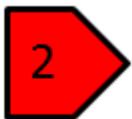
Frederick Soddy
(1877 – 1956)

El desarrollo de las Centrales Nucleares para la generación de electricidad y la creación de las Bombas Nucleares, se basan en gran medida en lo que publicó Soddy sobre la transformación de los elementos y lo que eso implicaba.



La sección anterior, permite que los estudiantes puedan tener un primer acercamiento con el tema a tratar.

La sección siguiente comprende dos preguntas que deben responder de manera individual sobre el concepto a trabajar con sus conocimientos e ideas previas. Calcule un tiempo estimado entre 3 a 5 minutos para responder las preguntas.



Activando nuestras ideas

De acuerdo a lo que leíste en la introducción y a tus conocimientos sobre este tema responde las siguientes preguntas.

1.- ¿Qué es lo primero que se te viene a la cabeza, cuando lees u oyes el concepto de “Cadenas Radiactivas”? Intenta explicar esta idea.

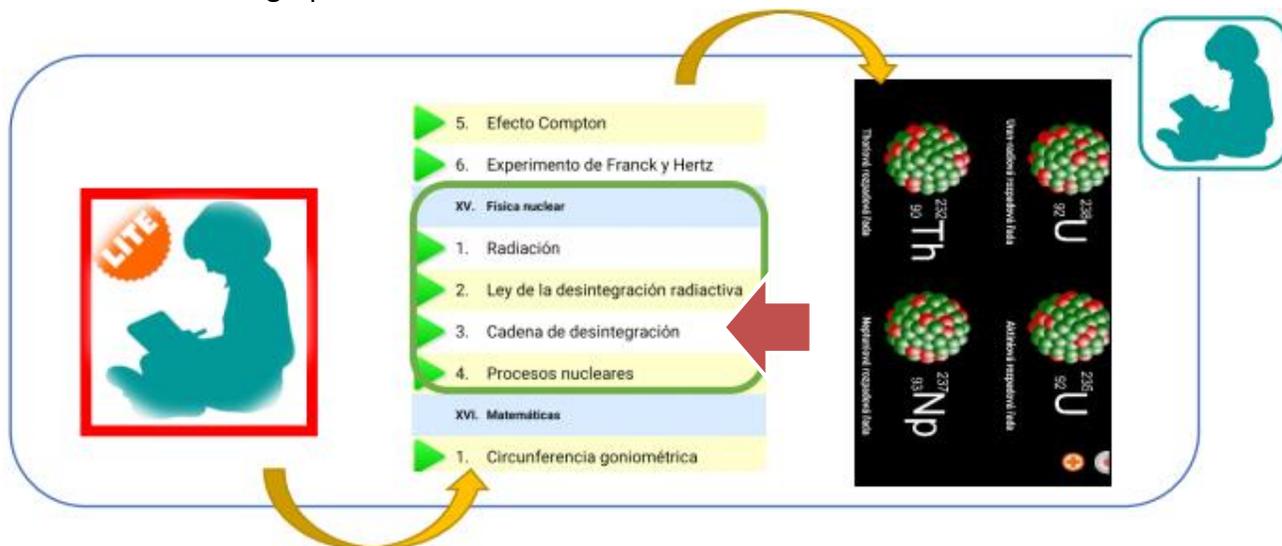
2.- De acuerdo a tu respuesta anterior ¿Dónde piensas que es posible que se encuentre una cadena radiactiva? ¿Cómo piensas que se producen en las centrales nucleares y en las bombas nucleares?



Pongamos a prueba tus ideas

En la física, existen muchas cosas que no podemos observar, ya sea porque son demasiado pequeñas o porque ocurren de forma instantánea. Para poder visualizar e interpretar estas situaciones se han creado aplicaciones y simulaciones que se basan en la teoría, una de ellas es la que veremos a continuación.

Abre la aplicación “físicas en la escuela”, diríjase a la sección de “física nuclear” y seleccione el simulador número 3 “cadenas de desintegración”. Contesta las siguientes preguntas de acuerdo a lo que puedes observar en la aplicación y las discusiones en grupos.



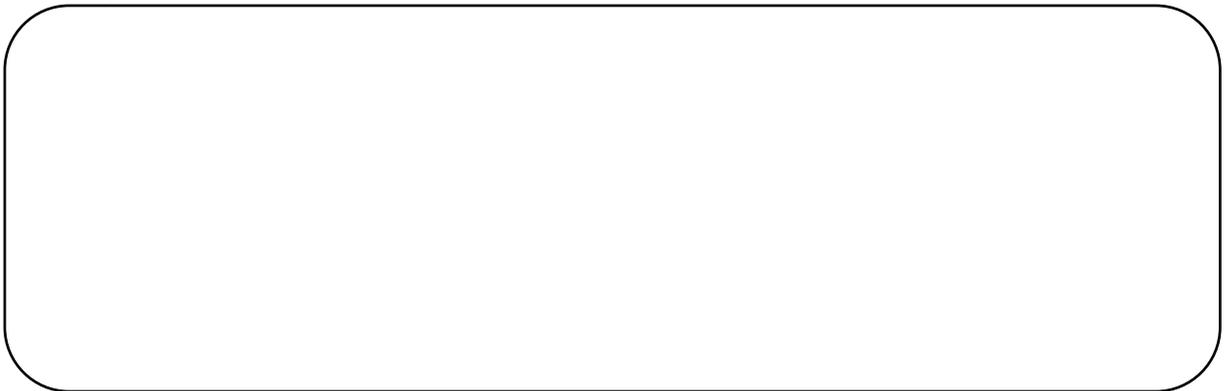
3.- Selecciona el átomo de Uranio-238. Ve lo que sucede en la pantalla y describe lo siguiente, completando la tabla.

<p>¿Qué características tiene el átomo en su estado inicial en la simulación? Descríbelo</p>	
<p>¿Qué características tienen los núcleos del átomo en el transcurso y término de la simulación? (pon atención en que elemento finaliza, ¿qué pasa con la masa de los núcleos?, ¿libera energía en cada cambio?)</p>	

4.- Selecciona cualquiera de los otros tres elementos disponibles en la aplicación, describe lo que ocurre ¿Existe alguna similitud entre ésta interacción y la que ocurre con el Uranio-238, recién observada? Si es así ¿Cuál es?

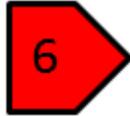
5.- ¿Qué representan las distintas direcciones de las flechas que aparecen en la secuencia del simulador? ¿Influyen en algo el que se encuentren ahí? A un lado de la pantalla aparece una tabla ¿Qué información aporta esa tabla? ¿Qué representa lo que en ella se encuentra?

6.- Dibuja una de las cadenas radiactivas del simulador con todos sus procesos. De acuerdo a lo observado define el concepto de “Cadena Radiactiva” y compáralo con tu primera definición (Pregunta N°1) ¿Cuál es la diferencia entre ellas? ¿Qué le hacía falta a tu primera definición? Reescríbela.





Comparte con tu grupo las respuestas de las preguntas 2 y 4, para luego compartirlas con tu profesor y el resto del curso. Anota en el siguiente espacio las conclusiones de la discusión.



Apliquemos lo aprendido

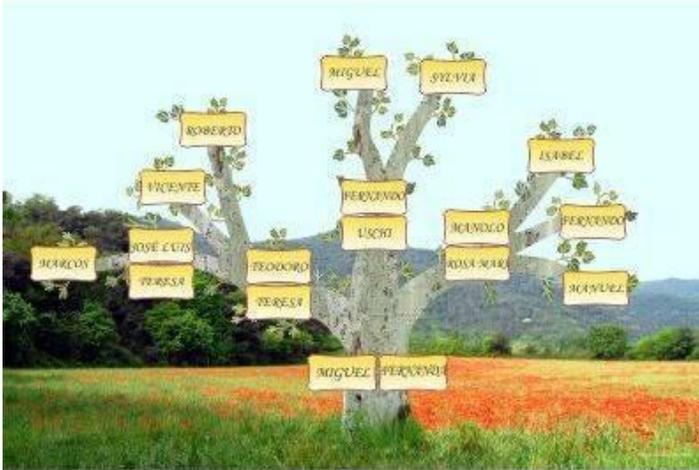
7.- De acuerdo a tu definición de cadena radiactiva ¿Cómo influye este proceso en las centrales nucleares y en las bombas nucleares?

Segunda parte.

1

Ya hemos logrado construir la idea de “Cadena Radiactiva” ahora trataremos de construir una idea de un concepto.

Activando nuestras ideas



Este es un árbol genealógico, donde cada una de las ramas se asocia a un nuevo miembro que compone la familia

¿Qué representa un árbol genealógico?

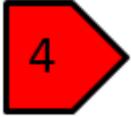
Pongamos a prueba tus ideas...

2

Responde las siguientes preguntas:

8.- ¿Existe alguna similitud entre el árbol genealógico y la cadena radiactiva que dibujaste anteriormente? Si es así ¿Cuáles son?

9.- De acuerdo a las similitudes que mencionaste en la pregunta anterior ¿Cómo podrías llamar al conjunto de elementos que componen la cadena radiactiva? ¿Por qué?



10.- De acuerdo a tus respuestas anteriores y lo que converses con tus compañeros de grupos, explica con tus palabras los dos conceptos importantes que se revisaron hoy en clases y su significado.

Con respecto a Cadenas Radiactivas aprendí...	Con respecto a Familias Radiactivas aprendí...
---	--

Apliquemos lo aprendido...



11.- Según lo que ha explicado el profesor, menciona la importancia de una cadena radiactiva ¿Piensas que tenga alguna relación con lo que sucede al interior de una planta nuclear y sus desechos? ¿Por qué?

Apéndice 4.4: Guía clase 4

Y la televisión se prendió – Guía con indicaciones al docente

Nombre: _____ fecha: ___/___/___ curso: _____

Instrucciones:

Se les indica a los estudiantes que se trabajará de forma grupal, por lo que debes hacer grupo de cuatro compañeros. El profesor indica quién será el presidente de grupo y da 1 minuto para que se repartan los cargos que queden.

Se les pide que descarguen la aplicación “Física en la escuela” desde la playstore y que luego desconecten el internet de su celular. Se les recuerda que deben usar el celular como un instrumento para la investigación.

Se recomienda que uno de los estudiantes lea el texto de la sección “Un poco de historia”.

P

1

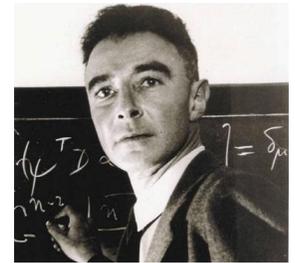
Un poco de historia



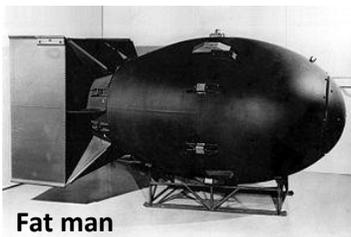
Lise Meitner
(1878 – 1968)

Durante la segunda mitad de la Segunda Guerra Mundial (1939 – 1945), comenzaron grandes proyectos armamentistas que involucraban a muchos científicos importantes. En este contexto, para 1941 los alemanes comenzaron proyectos de bombas con gases tóxicos y de rápido actuar, mientras que en Estados Unidos se comenzó uno de los proyectos más ambiciosos a cargo del físico teórico Robert Oppenheimer junto con un gran grupo de reconocidos científicos, quienes basados en los trabajos de la reconocida científica Lise Meitner,

logran crear las dos bombas atómicas que fueron lanzadas en 1945 en las ciudades de Hiroshima y Nagasaki en Japón, “Little boy” y “Fatman” respectivamente.



Robert Oppenheimer
(1904 – 1967)



Fat man

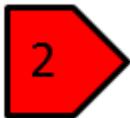


Little boy

Esta es una de las épocas más polémicas del quehacer científico, donde su desarrollo se relacionó con la muerte de millones de personas y de crear un temor en la población a lo que llamamos “Radiactividad”.

La sección anterior, permite que los estudiantes puedan tener un primer acercamiento con el tema a tratar.

La sección siguiente comprende dos preguntas que deben responder de manera individual sobre los procesos nucleares con sus ideas previas. Calcule un tiempo estimado entre 3 a 5 minutos para responder las preguntas.



Activando nuestras ideas

De acuerdo a lo que leíste en la introducción y a tus conocimientos sobre este tema responde las siguientes preguntas.

1.- Explica brevemente cómo piensas que una bomba atómica produce la destrucción que genera al explotar.

2.- Menciona y explica los procesos nucleares que conoces, sepáralos en aquellos que se producen naturalmente y aquellos que son creados por la humanidad en la tabla inferior, recuerda decir donde se pueden encontrar estos

Procesos Naturales	Procesos creados por la humanidad

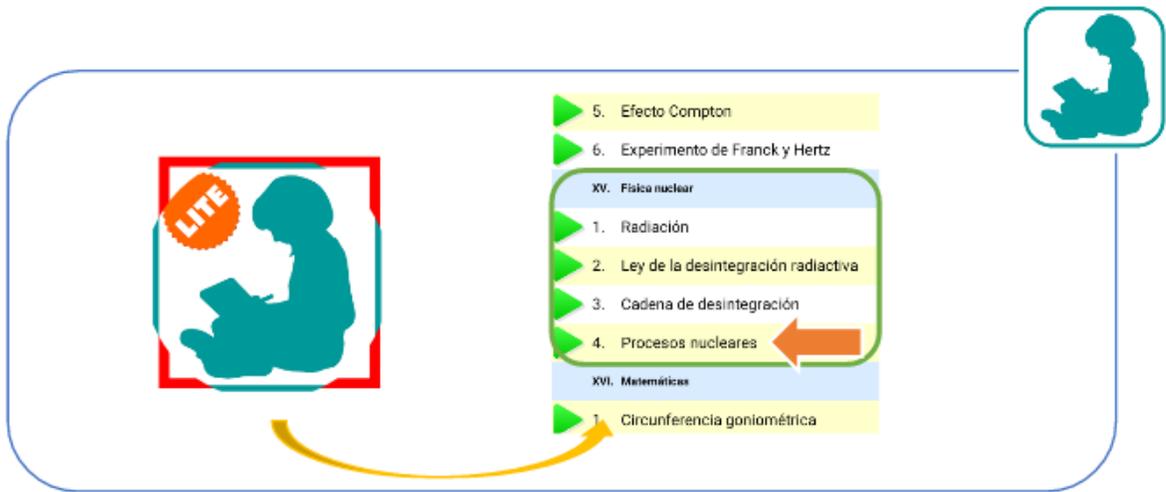
3

Pongamos a prueba tus ideas...

Para muchas personas es difícil entender el funcionamiento de las bombas o de las centrales nucleares, su relación con los átomos y cómo estos se comportan en esos momentos. Al mismo tiempo estos procesos nucleares, ya sean generados por la humanidad o en la naturaleza, producen problemas porque no los podemos ver a simple vista, pero sí repercuten en nuestro día a día.

Como vimos en la clase anterior, una simulación nos puede ayudar a entender cómo actúa la materia en esos momentos que no alcanza nuestra percepción.

Abre la App “*física en la escuela*” y en la sección de “*física nuclear*” selecciona la simulación número 4 “*procesos nucleares*” y contesta las siguientes preguntas.



3.- De acuerdo a lo que se observa en la simulación de **fusión**, explica con tus palabras ¿Qué ocurre con los núcleos en este proceso? ¿Existe liberación de energía en el proceso? ¿Hay algún residuo (elemento libre) luego de ocurrida la fusión?

4.- Ahora ve a la simulación de **fisión**, presta atención al comportamiento del núcleo. Describe con tus palabras ¿Qué significa la fisión nuclear? ¿Existe liberación de energía en el proceso? ¿Existen elementos residuales luego de completado el proceso?

Comparte con tu grupo la respuesta a la pregunta 1 y en conjunto desarrollen una nueva explicación, considerando los conceptos estudiados hasta ahora.

5.- Según lo que observaste y tus respuestas de las preguntas anteriores, define cada uno de los procesos:

Fusión:	
Fisión:	

4

Comparte con tu profesor y el resto del curso tu respuesta anterior. Anota en el siguiente espacio las conclusiones de la discusión.

Apliquemos lo aprendido...

A continuación, se mostrará un video. Lee las preguntas 6 y 7 que se encuentran en la parte inferior para que prestes atención a lo importante Anota en el siguiente espacio apuntes.

6.- Explica con tus palabras el funcionamiento del arma que viste en el video, relacionándolo con los procesos recién estudiados.

5

Comparte con tu grupo tus resultados y respuestas de las preguntas 6 y 7, para luego compartirlas con tu profesor y el resto del curso. Anota en el siguiente espacio las conclusiones de la discusión ¿Cuáles son las mayores diferencias entre los procesos nucleares de las Bombas atómicas y las centrales nucleares? ¿Por qué?

Bomba Atómica	Central Nuclear

8.- Lee el siguiente extracto de una entrevista realizada a Oppenheimer luego del lanzamiento de la bomba nuclear y responde:

¿Qué opinas de las declaraciones del doctor Oppenheimer? ¿Piensas que los científicos deben trabajar en este tipo de proyectos? ¿Por qué?



<<Periodista: ¿Sentía usted escrúpulos morales?

Oppenheimer: Escrúpulos atroces.

Periodista: Pero usted ha declarado, recientemente, que el bombardeo de Hiroshima fue un gran éxito, ¿no es cierto?

Oppenheimer: Sí, técnicamente.

Periodista: ¡Ah! Técnicamente.

Oppenheimer: También se dice que contribuyo a poner fin a la guerra.

Periodista: ¿Habría estimulado usted el lanzamiento de una bomba termonuclear sobre Hiroshima?

Oppenheimer: Eso no habría tenido sentido.

Periodista: ¿Por qué?

Oppenheimer: El blanco es demasiado pequeño.

Periodista: ¿El blanco es demasiado pequeño! Supongamos que hubiera habido en Japón un blanco suficientemente grande como para el lanzamiento de un arma termonuclear, ¿se habría usted opuesto al lanzamiento?

Oppenheimer: Ese es un problema que no se me planteaba.

Periodista: Pues bien, yo se lo planteo.

Oppenheimer: Usted no me plantea un problema real. Me sentí muy aliviado cuando el señor Stimson descarto a Kyoto de la lista de objetivos. Era la ciudad más grande y el blanco más vulnerable. Creo que esto es lo que más se aproxima a su pregunta hipotética.

Periodista: Exactamente. ¿Se habría usted opuesto al lanzamiento de una bomba termonuclear por escrúpulos morales?

Oppenheimer: Creo que sí.

Periodista: ¿se opuso usted por razones morales al lanzamiento de una bomba atómica sobre Hiroshima?

Oppenheimer: Nosotros expresamos...

Periodista: Yo le pregunto lo que usted hizo, no "nosotros".

Oppenheimer: Yo exprese mis temores y presente algunos argumentos desfavorables.

Periodista: ¿Quiere usted decir que formulo argumentos desfavorables al lanzamiento de la bomba?

Oppenheimer: Sí. Pero no defendí expresamente esos argumentos.

Periodista: ¿Quiere usted decir que – después de haber trabajado día y noche durante tres o cuatro años, como usted mismo lo ha dicho, en la preparación de la bomba atómica –, formulo el argumento de que no debía emplearse?

Oppenheimer: No, no preconice la renuncia de su empleo. El Ministro de Defensa me había pedido la opinión de los sabios. Yo le formule los argumentos a favor y en contra.

Periodista: ¿Usted, sin embargo, era partidario del lanzamiento de la bomba sobre Japón?

Oppenheimer: ¿Qué entiende usted por "Partidario"?

Periodista: ¿Usted ayudo a escoger el blanco, ¿verdad?

Oppenheimer: De acuerdo con nuestros cálculos, convenía operar sobre un área de un diámetro no menos de dos millas, muy densamente poblada de edificios, a ser posible de madera, para que la presión de la onda expansiva y la ola de calor

consecutiva ejercieran su máximo efecto. Los objetivos debían ser, además, de gran importancia estratégica, y no debían haber sufrido anteriormente ningún bombardeo.

Periodista: ¿Por qué?

Oppenheimer: Para poder apreciar con más exactitud los efectos de la bomba atómica...

Periodista: Pero usted, profesor, ¿no estableció también la altura a que debería estallar la bomba para que produjera mayores efectos?

Oppenheimer: Hicimos en calidad de técnicos, lo que se nos había solicitado, pero no fuimos nosotros quienes decidimos el lanzamiento de la bomba... Nosotros somos físicos, no militares ni políticos.>>

¿Qué opinas de las declaraciones del doctor Oppenheimer? ¿Piensas que los científicos deben trabajar en este tipo de proyectos? ¿Por qué?

Responde en el espacio inferior las preguntas planteadas anteriormente.

Ahora, argumenta tus ideas con el instrumento llamado CRITIC que nos permite organizar y analizar nuestras ideas.

Mi idea es...
Mis razones son...
Argumentos en contra de mi idea pueden ser...
Convencería a alguien que no me cree con...
La evidencia que daría para convencer a otro es...

Apéndice 5: Guías profesores post-validación

Apéndice 5.1: Guía clase 1

Objetivo de la clase:

Esta clase tiene por objetivo que los estudiantes comprendan el desarrollo del conocimiento científico como un proceso de cambio ya que evoluciona debido a los cambios de paradigmas que se dan en la comunidad científica.

La idea del contenido didáctico que se irá construyendo a través del proceso de modelización y se pretende potenciar en clases es la estructura de modelo atómico de Rutherford y la integración que éste puede hacer con lo propuesto después por Bohr, Sommerfeld y Schrödinger. Además, que tienen cabida los dos modelos nucleares vistos después.

P

Mundo invisible – Guía con indicaciones al docente

Nombre: _____ fecha: ___/___/___ curso: _____

Instrucciones:

Se les indica a los estudiantes que se trabajará de forma grupal, por lo que debes hacer grupo de cuatro compañeros. El profesor indica quién será el presidente de grupo y da 1 minuto para que se repartan los cargos que quedan.

Se les pide que descarguen la aplicación “Física en la escuela” desde la playstore y que luego desconecten el internet de su celular. Se les recuerda que deben usar el celular como un instrumento para la investigación.

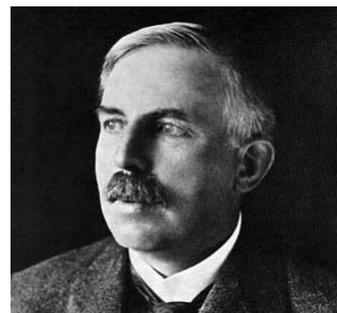
Se recomienda que uno de los estudiantes lea el texto de la sección “Un poco de historia”.

P**1**

Un poco de historia

Demócrito fue un filósofo griego que concibió el siguiente pensamiento: la materia estaba formada por partículas muy pequeñas, tanto que llega un punto en el cual no se pueden dividir. A estas partículas las llamó “átomos”. Su idea quedó sumergida por la de Platón, quien gozaba de mayor popularidad, al definir que la materia estaba compuesta por los cuatro elementos (fuego, aire, agua, tierra).

No fue sino hasta 1808 cuando John Dalton retomó la



Ernest Rutherford
(1871 – 1937)

concepción de la materia formada por átomos porque buscaba una inferencia lógica para las combinaciones químicas, quedando así como una hipótesis lógica que para ese tiempo contaba con detractores de todo ámbito en la ciencia.

Luego el científico Joseph John Thomson en 1897 propone que los átomos sean considerados una gran partícula positiva en cuyo interior se encuentran varias partículas mucho más pequeñas, con carga eléctrica negativa. Luego entra en escena Ernest Rutherford quien mediante un experimento en su laboratorio, logra consolidar al “átomo” como una teoría.

La sección anterior, permite que los estudiantes puedan tener un primer acercamiento con el tema a tratar.

La sección siguiente comprende tres preguntas que deben responder de manera individual sobre el texto anterior y sus conocimientos previos. Calcule un tiempo estimado entre 5 a 8 minutos para responder las preguntas.



Primera Parte

2

Activando nuestras ideas

De acuerdo a lo que leíste en la introducción y a tus conocimientos sobre este tema responde las siguientes preguntas.

1.- ¿Cuál piensas que es la diferencia entre “hipótesis” y “teoría”? Escribe 3 ejemplos para cada una.

Según el texto, hipótesis es una idea lógica que se crea a partir del pensamiento de un científico, mientras que una teoría se sostiene por resultados experimentales replicables por otros científicos. Ej Hipótesis: creación de la luna, creacionismo, geocentrismo.

Ej Teoría: teoría atómica de Rutherford, teoría evolucionista, teoría heliocentrista.

2.- ¿Qué recuerdas sobre los “modelos atómicos”?

Nombrar las partículas subatómicas, su posición, su carga y algunos de los científicos asociados

3.- ¿Qué relevancia piensas tú que tiene en el desarrollo de la ciencia el desarrollo de un modelo atómico a otro?

La relevancia consiste en la forma de configuración del mundo macro a partir de lo micro y como junto con los nuevos descubrimientos cambia el pensamiento sobre cómo está distribuida la materia.

3

Pongamos a prueba tus ideas

Desde el punto de vista de la ciencia para llegar a comprender la realidad se generan propuestas que intentan explicarla, pero éstas deben pasar “pruebas” o ser capaz de responder frente a distintos sucesos que se observan.

Para poner a prueba las ideas de los estudiantes, se proyectará directamente un video llamado “Modelos Atómicos”. Hay que indicarles a los estudiantes que deben tomar apuntes del video para luego responder las preguntas 4, 5 y 6 asociadas al video. Estime un tiempo entre 16 a 18 minutos para ello.

Una vez que los estudiantes hayan terminado de responder las preguntas, genere una puesta en común con las ideas de los estudiantes. Para ello contemple una duración entre 5 a 8 minutos.

Considerar explicarles a los estudiantes el significado de la palabra cuántica, como una física donde se explican las cosas de forma discreta, esto quiere decir, no continuo.

A continuación, verán un video explicativo sobre el desarrollo de los modelos atómicos a lo largo de la historia. En el siguiente espacio, puedes tomar apuntes sobre cada uno de ellos (propuesta del modelo, científico asociado, fecha, experimentos, identificar los errores de cada modelo, etc.).

Demócrito, filósofo que introduce el concepto de átomo como indivisible.

Dalton que vuelve a la idea de Demócrito.

Thomson, considera el átomo esférico con las cargas negativas dentro de un espacio positivo, los electrones otorgan la masa del átomo y deben ser miles.

Rutherford, mediante un experimento encuentra que la mayor parte del átomo es vacío y lo configura como el sistema planetario, donde el sol es el núcleo positivo y los electrones lo están orbitando.

Bohr propone los niveles de energía para los electrones, cuantizando el átomo y explicando los espectros de luz emitidos de algunos elementos.

Sommerfeld considera las órbitas de los electrones de forma elíptica y las cuantiza.

Schrödinger muestra la disposición electrónica de forma probabilística.

4.- Seleccionando el modelo atómico de Thomson ¿Es capaz de explicar la unión entre elementos químicos? Justifica tu respuesta.

No, porque sabemos que la unión de elementos químicos se debe a que los electrones se comparten entre sí, pero los electrones de este modelo están confinados dentro de un espacio.

5.- Ocupando el modelo atómico de Rutherford ¿Piensas que se pueda explicar la estabilidad de los átomos (que los electrones no caigan hacia el núcleo)? Justifica tu respuesta.

No, porque al ser órbitas circulares el electrón pierde energía y forma órbitas cada vez más pequeñas hasta caer al núcleo del átomo.

6.- Observando los modelos propuestos por Bohr, Sommerfeld y Schrödinger ¿Son capaces de explicar lo que ocurre dentro del núcleo atómico? Justifica tu respuesta.

No, porque solo hablan de lo que sucede con la configuración electrónica.

4

7.- Discute las preguntas anteriores con tu grupo y traten de llegar a un consenso. ¿Qué es un átomo? ¿Cómo los modelos permiten definirlo? Escríbelo en el siguiente recuadro.

5

Te invitamos a conversar con tu profesor la pregunta “¿cómo los modelos llegan a definirlo?”. Anota en el siguiente espacio las conclusiones de la discusión.

Apliquemos lo aprendido...

Como tal vez pudieron notar cada modelo trata de explicar un hecho de la realidad, lo que conlleva a que concibe la realidad de una forma distinta. Por lo tanto, todos estos modelos pueden ser válidos dependiendo del tema que quieran explicar y su contexto.

6

8.- Anteriormente, pudiste observar que no todos los modelos explican algunos fenómenos. Ahora, junto a tu grupo, ideen ejemplos donde cada modelo pueda ser válido.

T: explica de buena manera que los objetos tienen partículas pequeñas

R: explica la unión entre elementos químicos para formar moléculas

B: explica los espectros de los elementos

S: explica las dobles franjas de los espectros de los elementos

E.S: explica la indeterminación de algunas propiedades de los electrones

La segunda parte de la clase se enfoca en comprender los procesos que ocurren en el núcleo atómico, por lo que las preguntas 8 y 9 están orientadas con ese objetivo. Estime un tiempo entre 5 a 8 minutos para esta actividad.



Una vez que los estudiantes hayan terminado de responder las preguntas, genere una puesta en común con las ideas de los estudiantes. Para ello contemple una duración entre 5 a 8 minutos.

Segunda parte

Activando nuestras ideas

1

Ya hemos visto la evolución de los modelos atómicos, sus contribuciones y sus errores. A continuación, en esta segunda parte te introducirás un poco más a fondo sobre los modelos que demandan la atención de esta clase.

2

9.- ¿Qué diferencia a un elemento atómico de otro? ¿Qué parte del átomo piensas que es la que otorga las características de éste? Justifica tu respuesta.

El núcleo atómico porque el constituyente de este, los protones generan las características de masa y de carga.

10.- Hay ocasiones en que un mismo elemento atómico tiene diferentes características que sus congéneres. Un ejemplo de esto es el átomo más simple: el hidrógeno, ya que también está su forma como deuterio y tritio, a pesar de ser el mismo elemento ¿Por qué piensas que esto ocurre?

Porque tiene en su núcleo una cantidad distinta de neutrones, por lo tanto, es más pesado

4

Comparte con tu grupo las respuestas de las preguntas 8 y 9, para luego compartirlas con tu profesor y el resto del curso. Anota en el siguiente espacio las conclusiones de la discusión.

Ahora, se requiere el uso del video “Modelos nucleares”, para responder las preguntas asociadas al video. Hay que indicarles a los estudiantes que deben tomar apuntes del video para luego responder las preguntas 10 y 11 asociadas al video. Estime un tiempo entre 8 a 10 minutos para ello.

P

Indique que la pregunta 12 está hecha para consolidar las dos partes de la clase.

3

Pongamos a prueba tus ideas

A continuación, verás un video explicativo sobre algunos modelos del núcleo atómico. En el siguiente espacio, toma apuntes sobre cada uno de ellos (modelo, científico asociado, fecha, experimentos, etc.)

11.- ¿En qué se diferencia cada uno de los modelos nucleares?

El de gota de agua explica la configuración macro del núcleo de los elementos, cómo se puede generar la fisión y la fusión de elementos.

El de capas, explica la relación entre el la cantidad de nucleones y la estabilidad de este.

12.- Comenta con tus compañeros de grupo ¿qué intenta explicar cada uno de los modelos?

Intenta explicar el comportamiento distinto de los elementos atómicos desde distintas perspectivas

G: la división y unión de núcleos de elementos. También que la estabilidad del núcleo y porque las cargas positivas confinadas en él no se repelen.

C: la estabilidad e inestabilidad de los elementos al cuantizar la energía y la carga de las partículas.

4

13.- ¿Por qué piensas que es necesario hacer una diferencia entre modelo atómico y modelo nuclear? ¿Qué cosa distinta intentan explicar cada uno?

Es necesario hacer una diferencia, ya que depende de que se quiera explicar es a qué elemento del átomo o el átomo en general se considera para estudiarlo.

El Modelo Atómico intenta explicar la relación entre la materia.

El Modelo Nuclear intenta explicar la estabilidad de los elementos de la materia.

Para esta última pregunta, los estudiantes tienen que enfocarse en relacionar lo visto en esta clase con el tema que se trabajará la próxima clase.



Apliquemos lo aprendido

6

14.- Para finalizar ¿Conoces el término radiactividad? ¿A qué piensas que hace referencia? ¿Qué relación tendrá con el modelo nuclear?

Idea sobre radiactividad que hace referencia a la estabilidad de los núcleos de los elementos.

Se relaciona con el modelo nuclear en cuanto a que es el núcleo el que interacciona en las radiactividad.

Apéndice 5.2: Guía clase 2

Objetivo de la clase:

Esta clase tiene por objetivo que los estudiantes analicen y evalúen críticamente la correspondencia entre necesidades sociales y desarrollo científico con respecto a la radiactividad.

La idea del contenido didáctico que se irá construyendo a través del proceso de modelización y se pretende potenciar en clases es la definición de radiactividad como la propiedad que presentan algunas estructuras nucleares al desintegrarse espontáneamente, proceso en el cual se libera energía y masa, integrando conceptos como decaimiento radiactivo, radiación e irradiación, diferenciándolas. Además, esclarecer lo que es la vida media como el intervalo de tiempo necesario para el número de átomos de un núcleo inestable se reduzca a la mitad por desintegración espontánea.

¿Peligroso descubrimiento? – Guía con indicaciones al docente

Nombre: _____ fecha: ___/___/___ curso: _____

Instrucciones:

Se les indica a los estudiantes que se trabajará de forma grupal, por lo que debes hacer grupo de cuatro compañeros. El profesor indica quién será el presidente de grupo y da 1 minuto para que se repartan los cargos que queden.

Se les pide que descarguen la aplicación “Física en la escuela” desde la playstore y que luego desconecten el internet de su celular. Se les recuerda que deben usar el celular como un instrumento para la investigación.

Se recomienda que uno de los estudiantes lea el texto de la sección “Un poco de historia”.

1

Un poco de historia

En 1896, en París, el científico Becquerel descubrió accidentalmente la existencia de unos rayos desconocidos que provenían en las sales de uranio y que éstos lograban velar una placa fotográfica envuelta en papel negro. Le pareció sorprendente que las sales de uranio emanaran algo que afectara las placas fotográficas cuando éstas se encontraban protegidas de la luz. A esta emanación la



Marie Curie
1867 – 1934

llamó radiación. Pero tuvo que llegar una científica muy importante para dar pie a nuevas explicaciones.

Manya Sklodowska nació en un antiguo barrio de Varsovia, Polonia, en 1867. En el colegio siempre obtenía los primeros lugares, hasta que en su juventud participó en una organización revolucionaria de estudiantes, por lo que tuvo la oportunidad de seguir estudiando ingresando a la Facultad de Ciencias en la Universidad de la Sorbona, en París. Fue ahí donde, luego de muchas privaciones, obtuvo su licenciatura en ciencias físicas y, un año después, en ciencias matemáticas. Fue en ese tiempo cuando conoció Pierre Curie y en el verano de 1895 se casaron.

Es a partir de ese momento, en que se comienza a llamar Marie Curie y comienza a investigar la propiedad de ciertos elementos químicos que emitían radiaciones, descubriendo la existencia del elemento torio. Los esposos Curie pronto se dieron cuenta de la importancia de estos experimentos y decidieron investigar el fenómeno que producía las emanaciones de radiación de elementos como el uranio y el torio.

La sección anterior, permite que los estudiantes puedan tener un primer acercamiento con el tema a tratar.

La sección siguiente comprende una pregunta que deben responder de manera individual sobre el concepto de radiación. Calcule un tiempo estimado entre 2 a 3 minutos para responder la pregunta.

P

Primera Parte

2

Activando nuestras ideas

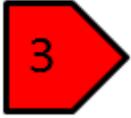
De acuerdo a lo que leíste en la introducción y a tus conocimientos sobre este tema responde la siguiente pregunta.

1.- ¿Cuál piensas tú que es la importancia de investigar las radiaciones emitidas?

Es importante investigar lo desconocido, ya que se pueden generar nuevas formas para el uso del ser humano y además, ver si éstas llegan a ser malas para la salud humana y en qué forma.

Para poner a prueba las ideas de los estudiantes, los estudiantes leerán el texto “Emanaciones fantasma son descubiertas” para luego responder las preguntas 2, 3 y 4 asociadas a la noticia. Estime un tiempo entre 16 a 18 minutos para ello. Las preguntas se colocan antes del texto para que los estudiantes las lean antes para conocer a qué información deben estar atentos.

P



Pongamos a prueba tus ideas

El desarrollo de la física como ciencia requiere de riesgos, curiosidad y análisis de los fenómenos observados.

Responde las siguientes preguntas con la información de la noticia bajo ellas.

2.- ¿Cuál es la propiedad relacionada con Curie a la que hace referencia la noticia? Explica.

La radiactividad, ellos le pusieron este nombre a las radiaciones emitidas por los elementos con los que trabajaron, como el polonio, el radio y el uranio.

3.- ¿De qué se trata el decaimiento al que hace referencia la noticia? Explica.

El decaimiento radiactivo, consiste en que el material compuesto por elementos que sean radiactivos disminuye su concentración mientras que otro que está en la muestra y que tenga un peso atómico menor, aumenta.

4.- ¿Qué es la emanación que se produce en ciertos elementos? ¿Qué características deben tener éstos?

Emanan un núcleo de helio, un electrón desde el núcleo y energía. Todo esto salen desde el núcleo lo que produce que el elemento cambie.

Emanaciones fantasmas son descubiertas

La Academia de Ciencias francesa se reúne cada lunes y los miembros tienen la oportunidad de presentar los resultados de sus investigaciones más recientes. En la sesión del 20 de enero de 1896, el académico Henri Poincaré, informó a sus colegas sobre los descubrimientos que el científico alemán Wilhem Conrad Roentgen había realizado a fines de diciembre pasado. Roentgen había observado que en su tubo de rayos catódicos se producían rayos de naturaleza desconocida, referidos por consiguiente como rayos-X, que poseían un gran poder de penetración, causando fosforescencia tanto en la pared de vidrio del tubo, como en sustancias fosforescentes ubicadas afuera del tubo. Pero fueron los Curie quienes descubrieron algo que cambiaría la historia de la humanidad.

Henri Becquerel, quien estaba presente en la Academia durante el anuncio de Poincaré, escuchó las noticias de los rayos X y decidió investigar de inmediato estos fenómenos fosforescentes con sales cristalinas de uranio. Envolvió una placa fotográfica con hojas gruesas de papel negro y sobre esta, una placa de la sustancia fosforescente (sales de uranio) y se expone al Sol durante horas; al revelar la placa fotográfica se reconoce que la silueta de la sustancia aparece en negro. Se concluía que esta sustancia emite radiaciones que atraviesan el papel opaco a la luz y reducen las sales.

Becquerel pensaba, erróneamente, que era la luz solar la que causaba que el sulfato de uranio y potasio emitiera radiaciones.

En febrero suele estar nublado en París. Al no poder exponer las sales a la luz solar, Becquerel guardó su experimento hasta el 1 de marzo y reveló la placa, esperando encontrar una imagen muy débil, pero vio siluetas de gran intensidad. De inmediato realizó una nueva observación, exponiendo cinco horas la placa a las sales en total oscuridad, velándose

En diciembre de 1897 una nueva serie de experimentos que harían historia comenzaban en una bodega de la Escuela Municipal de Física y Química Industrial en París. Allí el profesor



Henri Becquerel

Pierre Curie daba clases y ofreció espacio en su laboratorio a su esposa, Marie Sklodowska Curie, quien había decidido iniciar su tesis doctoral en Física en la Sorbona. El tema, el estudio experimental de las propiedades de los "Rayos Becquerel", analizando la ionización producida en el aire por los rayos X y por las emanaciones de uranio similares a las que había usado Becquerel. Las observaciones de Marie Curie rápidamente produjeron resultados: el 2 de abril de 1898 comunicó a la Academia que todos los compuestos de uranio son "activos" y también los del torio. La observación llevaba implícita la noción de que esta actividad era un fenómeno atómico, postura no trivial en una época en que

la estructura atómica de la materia era aún un tema de discusión. Como Marie Curie no era miembro de la Academia, sus resultados debieron ser presentados por el profesor Gabriel Lippmann. El 18 de julio del mismo año, Henri Becquerel presentó una investigación firmada por Pierre y Marie Curie titulada "Sobre una nueva sustancia radio-activa contenida en la Pechblenda". Esta es la primera vez que se le llamó radiactividad al nuevo fenómeno natural; además, el reporte contenía evidencias de un nuevo elemento, el polonio, encontrado en los minerales de uranio.

En diciembre de 1898, los Curie reportaban la posible existencia de otro nuevo elemento, el radio. Ellos notaron que el material que era radiactivo disminuía su concentración en la muestra, mientras que otro de los que estaba en ella aumentaba su cantidad, siendo un elemento más liviano. Cuando esto ocurría, decían que el elemento radiactivo decaía.

Hoy día sabemos que lo anterior se puede producir por tres métodos:

- Cuando se escapa un núcleo de helio.
- Cuando del núcleo atómico se emite un electrón.
- Cuando del núcleo se emite energía.

En los dos primeros, el elemento radiactivo cambia convirtiéndose en otro, mientras que con el tercer método continúa siendo el mismo elemento.

A continuación, lee de forma individual las siguientes noticias. El contenido de la segunda noticia no es estrictamente científico, por lo que contiene el mal uso de conceptos; subraya aquellas partes en las que crees que se está mal utilizando un término y justifica.

Estas noticias están basadas en hechos reales, pero reescrita con motivos didácticos para que los estudiantes se contextualicen con el desconocimiento que había sobre la radiactividad en aquella época y puedan identificar los errores conceptuales que se encuentran en ella.

Para la lectura y análisis de la noticia 2, se le debe dar un tiempo estimado entre 15 a 18 minutos.

P

Esposos Curie desarrollan tratamiento contra el cáncer

En el año 1901 experimentos realizados por Pierre y Marie Curie los llevaron a realizar investigaciones sobre los efectos de la radiactividad en el cuerpo humano, descubriendo que el radio cura la lepra, tumores y algunas formas de cáncer.

Uno de los científicos que ha dado de qué hablar este tiempo, se trata de Marie Curie y su esposo Pierre, quienes propusieron la idea de insertar una fuente radiactiva en un tumor para observar lo que sucedía.

Gran fue la sorpresa en el mundo de la ciencia cuando se descubrió que la radiación producida por el elemento radiactivo redujo el tamaño del tumor. Esto representó el nacimiento de una técnica llamada "curieterapia".

La curieterapia pronto se convirtió en una arma indispensable frente al cáncer, pero también frente a otras enfermedades no tumorales. Henri Alexander Danlos fue uno de los primeros médicos en emplear la curieterapia para el tratamiento de las lesiones cutáneas producidas por el lupus, al igual que De Beurman y Gougerot hicieron sobre las cicatrices queloides. En ambos casos, los resultados fueron espectaculares y aumentaron aún más el interés que la curieterapia había empezado a despertar entre la comunidad médica. Este tipo de radiación interna, usa una fuente radiactiva que se coloca dentro del cuerpo o cerca del tumor; esta



Matrimonio Curie

fente usualmente está sellada en un contenedor llamado implante. El implante se coloca muy cerca o dentro del tumor de tal forma que dañe la menor cantidad de células normales como sea posible.

La radioterapia interna permite una mayor dosis de radiación en un área más pequeña.

Antes de colocar los implantes en el cuerpo, éstos permanecen en depósitos especiales que retienen la radiación en su interior de tal forma que no pueda afectar

a otras partes.

Obviamente se deben tomar medidas de precaución, como por ejemplo la sala en donde se administre el tratamiento debe ser adecuada para contener la radiación, los médicos vistan un equipo especial para protegerse de la exposición a la radiación.

La radiación emitida por los elementos radiactivos, produce la liberación de partículas y energía que son bastante peligrosas para las células que están en proceso de división. Como las células cancerosas tienden a dividirse rápidamente y a crecer sin control, la curieterapia interna es útil para acabar con tumores y ciertos tipos de cáncer.

Tanta trascendencia tuvieron sus resultados que hasta el propio rey británico Eduardo VII, que había sido tratado sin éxito con otras terapias por la existencia de un carcinoma basocelular en el dorso de su nariz, se sometió a un tratamiento con Radio en 1906 alcanzando una respuesta completa del tumor que nunca volvió a producirse.

Medicina natural es capaz de curas milagrosas

En el año 1900, los sabios científicos alemanes Walkhoff y Giesel anunciaron que las nuevas sustancias radiactivas descubiertas tienen efectos fisiológicos. De esta forma se extiende por todo el mundo de la ciencia la creencia de que los rayos del radio son capaces de curar diferentes enfermedades, ya que con ellos se podrían destruir células enfermas. La técnica se llama curieterapia y con ella, varios médicos franceses han logrado tener éxito en los primeros tratamientos a los enfermos, empleando tubos con contenido de radio.

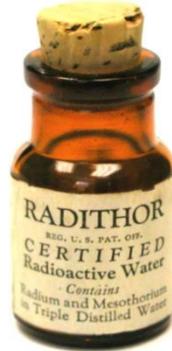
Lo anterior ha producido un gran furor por toda la sociedad europea de principios del siglo XX, pero nos se debe pensar que es un método tan alejado de América, ya que con grandes esfuerzos económicos varios ciudadanos estadounidenses han querido traer este gran producto a base de radio y torio, ya que sus resultados son milagrosos.

Debido a que los elementos radiactivos tienen altas energías, son capaces de romper enlaces a nivel celular, por lo que se puede ocupar en el ámbito de la medicina.

Así es como Alfred Curie creó su crema cosmética "Tho-Radia", cuyo contenido es torio y radio en las mismas proporciones y sus resultados curativos son inigualables ya que los átomos radiactivos pueden acabar con verrugas, acné y otras imperfecciones de la piel.

Otro ejemplo, es la nueva bebida "Radithor" que comenzó a comercializarse desde 1918 y cuyo contenido de agua pura destilada con una pequeña cantidad de radio. Como ingresa al organismo, es capaz de entregarnos toda su energía para mejorar nuestro estado de ánimo, ser más competente en deportes y mantenernos activos por mucho tiempo. Además, ataca las células cancerígenas desde el interior, cura de enfermedades del cerebro, impotencia, entre otros.

Un sistema para convertir al agua en



Radithor

agua radiactiva es el popular producto llamado "Revigator". Sólo se vierte en la jarra con agua cada noche y se consume cada vez que se tenga sed hasta completar una medida de seis vasos al día. Los millones de rayos que penetran en el agua producen que esta saludable bebida sea más energética gracias a la radiactividad.

El creador de "Radithor", William John Aloisus Bailey, quien estudió en la Universidad de Harvard, publicó una presentación titulada "Moderno tratamiento para la glándula endocrina con agua de radio, la nueva arma de la medicina", donde afirma que su producto ha sido efectivo al emplearse en más de cuatrocientas enfermedades y males. El fármaco está destinado a

reparar el sistema endocrino, lo que repercute en el metabolismo que necesita ser revitalizado utilizando radio. Por otro lado, afirma que es un instrumento emisor de radiación benigna, ya que puede distinguir células enfermas de las sanas. Estos productos logran beneficios para la salud humana, pero ya se está implementando para alimentar animales y plantas, consiguiéndose que estos crezcan sanos, fuertes y con más propiedades saludables.

En cualquier caso, se espera que el desarrollo de nuevos productos continúen, ya que como se conoce que el radio es descendiente del uranio y el polonio descendiente del radio, no cabe duda que nuevos experimentos científicos demostrarán sus cualidades curativas y que pronto disfrutaremos de sus grandes propiedades naturales.

Eben Byers, un empresario de Pittsburgh y golfista aficionado, es uno de los pacientes tratados con Radithor luego que su brazo se quebrara, recuperándose rápidamente, dice que se siente mucho mejor, incluso se siente rejuvenecido. Es uno de los muchos clientes satisfechos con los resultados del tratamiento y lo recomienda sus más cercanos y amigos a consumir la bebida, ya que él consume de dos a tres botellas al día.



Eben Byers acabó su recorrido por este mundo el 31 de marzo de 1932.

Desafortunadamente para él, el radio ingerido pasó a los huesos, y con ello toda su energía de radiación se depositó en el tejido óseo, provocando que los huesos se resquebrajaran, desarrollando agujeros en su cráneo, perdió la mayor parte de su mandíbula. Fue enterrado en un ataúd revestido con plomo para bloquear la radiación liberada de los huesos de su cuerpo.

5.- Junto a tus compañeros de grupo, discutan sobre qué parte de la noticia subrayaron y expresen cómo sería la forma de abordarlos.

En la noticia “Medicina natural es capaz de curas milagrosas”, las ideas usadas de forma errónea, corresponden a los subrayados:

Rayos de radio: El radio no genera rayos, sino que radiación en forma de partículas y liberación de energía.

Los elementos radiactivos tienen altas energías: Los elementos radiactivos no tienen altas energías, sino que las pueden generar.

Los átomos radiactivos pueden acabar con verrugas: Los átomos no son los que acaban directamente, sino que la energía que pueden liberar.

Entregarnos toda su energía: Expresión que malinterpreta la realidad, ya que la energía que se libera no es aprovechable como la energía que obtenemos de los alimentos.

Convertir el agua en agua radiactiva: El agua no se vuelve radiactiva, sino que comienza a irradiar radiación.

Millones de rayos: No se trata de rayos, sino de radiación.

La bebida sea más energética: El concepto de energético, nuevamente no es el que se asocia al consumo de alimentos, ya que la energía que le entrega es capaz de mover electrones.

Reparar el sistema endocrino: No corrige este sistema.

Revitalizado utilizando radio: El radio no tiene propiedades de revitalizador, ya que no entrega vida.

Emisor de radiación benigna: No existe una radiación inminentemente benigna. Lo bueno depende de su uso.

Propiedades saludables: La radiactividad no tiene la capacidad de entregarle a algo salud.

4

Comparte con tu profesor y el resto del curso tu respuesta anterior. Anota en el siguiente espacio las conclusiones de la discusión.

La siguiente pregunta con motivo de reflexión, tiene por objetivo llegar a reformular una definición de radiactividad que se desea potenciar con esta guía, como la “propiedad que presentan algunos núcleos de desintegrarse espontáneamente”

Para esta parte se le asigna un tiempo estimado entre 5 a 8 minutos.

P

Apliquemos lo aprendido

6.- Discute junto a tus compañeros ¿Qué piensas con respecto al uso de la radiactividad en la medicina? ¿Se puede decir que la radiactividad es buena o mala?

Depende de cómo se utiliza, la radiactividad es mala con su uso irresponsable y sin conocimiento, por lo que llega ser peligrosa; mientras que si se llega a investigar todo sobre ella, sus propiedades, etc. y se llegan a conocer éstas, se pueden utilizar con un fin humanitario.

5

Conversa lo anterior con tu profesor e intenta definir radiactividad.

Propiedad que presentan algunas estructuras nucleares de desintegrarse espontáneamente, donde se libera energía y masa. Hay que considerar la desintegración como un cambio, ya que no solamente se produce el rompimiento del núcleo del átomo. Esta transformación del núcleo por emisión espontánea de radiación o partículas y capturas de electrones, se denomina decaimiento radiactivo.

La radiación consiste en la energía o partículas que se propagan debido, por ejemplo, a la acción de una reacción nuclear.

Segunda parte

Activando nuestras ideas

1

En la primera parte de esta guía, has revisado los conceptos fundamentales en cuanto a la radiactividad donde habrás verificado su uso en la medicina y su mal uso comercial. Con respecto al caso de Byers

2

¿Por qué piensas que fue necesario enterrarlo en un ataúd revestido con plomo?

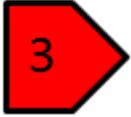
Porque aún tenía una cantidad considerablemente grande del elemento radiactivo consumido dentro de su organismo, ya que aún éste elemento no decaía por completo.
Agregar, además, que el plomo es particularmente estable y con una masa nuclear muy alta.

La siguiente parte de la clase, tiene por objetivo llegar a formular una definición sobre vida media, como “el intervalo de tiempo necesario para que el número de átomos de un núcleo inestable se reduzca a la mitad por desintegración espontánea”

Los estudiantes responden las preguntas 7, 8 y 9 al leer el texto “Radiactividad”.

Para esta parte se le asigna un tiempo estimado entre 5 a 8 minutos.

P



Pongamos a prueba tus ideas

Responde las siguientes preguntas con la información proporcionada por un extracto del libro “La radiactividad al servicio de la vida”, escrito por María Ester Brandan, Rodolfo Díaz Perches y Patricia Ostrosky.

7.- ¿A qué corresponde el término vida media?

Es el intervalo de tiempo necesario para que el número de átomos de un núcleo inestable se reduzca a la mitad por desintegración espontánea.

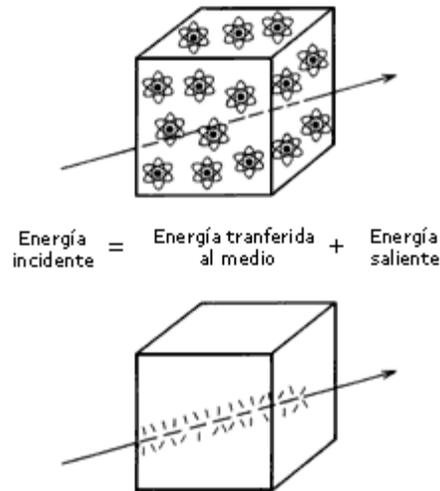
8.- ¿Es igual para todos los elementos? ¿De qué dependen?

No es igual, ya que depende de la cantidad de elemento que se tenga y de las características que tiene el núcleo, en cuanto a su masa nuclear.

9.- Investiga ¿Qué uso se le puede dar a este fenómeno?

Medir la edad de objetos antiguos: datación de edades.

RADIATIVIDAD



Interacción de la radiación ionizante con la materia. Los átomos del medio irradiado reciben parte de la energía transportada por la radiación.

Cada núcleo radiactivo se tarda un tiempo característico en decaer. Este tiempo se llama vida media. Si en un instante se tiene una cantidad N de núcleos radiactivos, después de transcurrido un tiempo igual a la vida media solamente quedará la mitad de los núcleos originales, es decir $N/2$. La otra mitad decayó emitiendo radiación. Los $N/2$ núcleos que quedan se tardarán otra vida media en reducirse a la mitad, es decir que después de dos vidas medias queda la cuarta parte de la cantidad original y así sucesivamente, hasta que todos los núcleos hayan decaído. Hay núcleos como el uranio que tienen vidas medias del orden de miles de millones de años (comparables con la edad de nuestro Sistema Solar) y, por otro lado, existen núcleos como el berilio-8 que tienen vidas medias menores que una millonésima de millonésima de millonésima de segundo.

El uso de mapas mentales implican una mejor comprensión de los conceptos al relacionarlos y, al mismo tiempo, diferenciarlos. Para esta actividad, se le dedica alrededor de 10 minutos.





10.- Ahora, junto a tu grupo, determinen cuál de los conceptos trabajados es el más importante y a partir de ahí construyan un mapa mental con los conceptos.

- Radiación gamma
- Radiación
- Decaimiento radiactivo
- Radiactividad
- Partículas alfa
- Irradiación
- Partículas beta
- Vida media

Responde la siguiente pregunta de forma individual

11.- Recordando que la vida media de un elemento radiactivo se calcula como el tiempo en que demora en disminuir a la mitad la cantidad inicial del elemento. Pero ¿Qué sucede con esa mitad de elemento que ya no está? Considera el concepto de decaimiento radiactivo.

Esa mitad del elemento que no está, se transformó en un elemento nuevo y más liviano.

Apéndice 5.3: Guía clase 3

Objetivo de la clase

Esta clase tiene por objetivo que los estudiantes comprendan el proceso de decaimiento radiactivo observando cadenas y familias radiactivas, relacionándolos con la bomba nuclear y centrales nucleares.

La idea del contenido que se irá construyendo a través del proceso de modelización y se pretende potenciar en clases, es el concepto de cadena radiactiva como el proceso por el cual un elemento de núcleo pesado e inestable, decae y se estabiliza mediante la liberación de masa y energía hasta un elemento más ligero y estable como lo es el plomo. Mientras que la segunda parte de la clase está orientada a la construcción del concepto de familia radiactiva como el conjunto de elementos que componen una cadena radiactiva.

P

Un ancestro común – Guía con indicaciones al docente

Nombre: _____ fecha: ___/___/___ curso: _____

Instrucciones:

Se les indica a los estudiantes que se trabajará de forma grupal, por lo que debes hacer grupo de cuatro compañeros. El profesor indica quién será el presidente de grupo y da 1 minuto para que se repartan los cargos que queden.

Se les pide que descarguen la aplicación “Física en la escuela” desde la playstore y que luego desconecten el internet de su celular. Se les recuerda que deben usar el celular como un instrumento para la investigación.

Se recomienda que uno de los estudiantes lea el texto de la sección “Un poco de historia”.

P

1

Un poco de historia

Luego de que Marie y Pierre Curie definieran la radiactividad de los elementos, el discípulo de Ernest Rutherford, Frederick Soddy definió lo que sucedía cuando un elemento radiactivo decaía, transmutaba o se transformaba en otro por uno de los tres procesos conocidos, descubrió ciertas similitudes en el decaimiento de los elementos y cómo se comportaban.



Frederick Soddy
(1877 – 1956)



Una vez que Soddy definió como se comportaban los elementos con la radiactividad que emitían, estos conocimientos se aplicaron directamente en dos cosas que fueron y aun son muy importantes en la historia de la humanidad.

El desarrollo de las Centrales Nucleares para la generación de electricidad y la creación de las Bombas Nucleares, se basan en gran medida en lo que publicó Soddy sobre la transformación de los elementos y lo que eso implicaba.



La sección anterior, permite que los estudiantes puedan tener un primer acercamiento con el tema a tratar.

P

La sección siguiente comprende dos preguntas que deben responder de manera individual sobre el concepto a trabajar con sus conocimientos e ideas previas. Calcule un tiempo estimado entre 3 a 5 minutos para responder las preguntas.

Activando nuestras ideas

2

De acuerdo a lo que leíste en la introducción y a tus conocimientos sobre este tema responde las siguientes preguntas.

1.- ¿Qué es lo primero que se te viene a la cabeza, cuando lees u oyes el concepto de “Cadenas Radiactivas”? Intenta explicar esta idea.

Conjunto de eslabones de elementos unidos por un propósito de protección

2.- De acuerdo a tu respuesta anterior ¿Dónde piensas que es posible que se encuentre una cadena radiactiva? ¿Cómo piensas que se producen en las centrales nucleares y en las bombas nucleares?

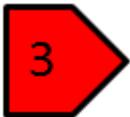
En centrales nucleares y bombas nucleares.

Por medio de los residuos radiactivos



Luego de que se completa la primera parte, que es responder las primeras dos preguntas, realice una puesta en común entre los estudiantes para revisar las distintas respuestas y posturas, se estima conveniente un tiempo de 5 minutos para esto.

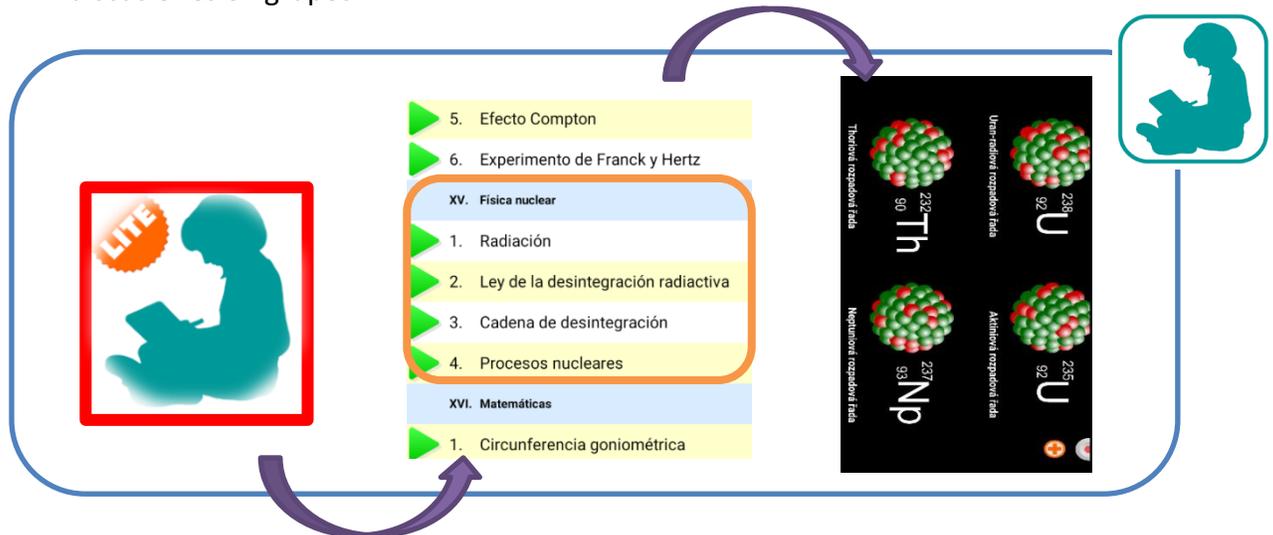
Lo que viene a continuación es el trabajo que debe realizarse con la aplicación “Física en la escuela”. Si los estudiantes no pueden instalarlo en sus teléfonos, puede usted proyectarlo adelante y manipularlo desde su computador, mientras los estudiantes responden las preguntas asociadas al uso de la aplicación, estime un tiempo de entre 20 y 25 minutos para ello.



Pongamos a prueba tus ideas

En la física, existen muchas cosas que no podemos observar, ya sea porque son demasiado pequeñas o porque ocurren de forma instantánea. Para poder visualizar e interpretar estas situaciones se han creado aplicaciones y simulaciones que se basan en la teoría, una de ellas es la que veremos a continuación.

Abre la aplicación “físicas en la escuela”, diríjase a la sección de “física nuclear” y seleccione el simulador número 3 “cadenas de desintegración”. Contesta las siguientes preguntas de acuerdo a lo que puedes observar en la aplicación y las discusiones en grupos.



3.- Selecciona el átomo de Uranio-238. Ve lo que sucede en la pantalla y describe lo siguiente, completando la tabla.

<p>¿Qué características tiene el átomo en su estado inicial en la simulación? Descríbelo</p>	<p>Inestable, pesado, es un núcleo grande</p>
<p>¿Qué características tienen los núcleos del átomo en el transcurso y término de la simulación? (pon atención en que elemento finaliza, ¿qué pasa con la masa de los núcleos?, ¿libera energía en cada cambio?)</p>	<p>El elemento inicial transmuta mediante la liberación de energía y masa para estabilizarse y disminuir su masa hasta llegar a un elemento mucho más ligero y estable como el plomo, en el cual finaliza la cadena.</p>

4.- Selecciona cualquiera de los otros tres elementos disponibles en la aplicación, describe lo que ocurre ¿Existe alguna similitud entre esta interacción y la que ocurre con el Uranio-238, recién observada? Si es así ¿Cuál es?

Si existen similitudes, siempre hay decaimiento alfa o beta, ambos terminan en plomo

5.- ¿Qué representan las distintas direcciones de las flechas que aparecen en la secuencia del simulador? ¿Influyen en algo el que se encuentren ahí? A un lado de la pantalla aparece una tabla ¿Qué información aporta esa tabla? ¿Qué representa lo que en ella se encuentra?

Cada flecha demuestra la descomposición del núcleo y a que elemento llega

Influyen las flechas como un orden en las descomposiciones

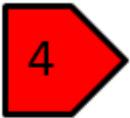
La tabla aporta información como la vida media del elemento que transmuta.

La tabla representa lo mismo que la cadena, pero con un orden distinto.

6.- Dibuja una de las cadenas radiactivas del simulador con todos sus procesos. De acuerdo a lo observado define el concepto de "Cadena Radiactiva" y compáralo con tu primera definición (Pregunta N°1) ¿Cuál es la diferencia entre ellas? ¿Qué le hacía falta a tu primera definición? Reescríbela.



Una vez que los estudiantes hayan concluido de responder las preguntas junto con la app o el tiempo se haya agotado, genere una puesta en común de las respuestas de los estudiantes, para ello contemple una duración entre 5 a 8 minutos



Comparte con tu grupo las respuestas de las preguntas 2 y 4, para luego compartirlas con tu profesor y el resto del curso. Anota en el siguiente espacio las conclusiones de la discusión.



Apliquemos lo aprendido

6

7.- De acuerdo a tu definición de cadena radiactiva ¿Cómo influye este proceso en las centrales nucleares y en las bombas nucleares?

Influye ya que con ello podemos tener conciencia de hasta que elemento deben llegar en la desintegración los residuos radiactivos

Una vez que se llega a la conclusión que el nombre de cadena radiactiva viene dado por como los elementos están ligados unos con otros a través del proceso por el cual decaen.

Es por ello que en esta sección los estudiantes a través de preguntas indagatorias se acercan al concepto de *Familia Radiactiva* que se produce en el conjunto de elementos que conforman la cadena, partiendo de un padre (el primero elemento) y su descendencia sucesiva. Luego de que se haya respondido en grupos pequeños las preguntas realice la puesta en común, considere un tiempo estimado entre 15 a 18 minutos

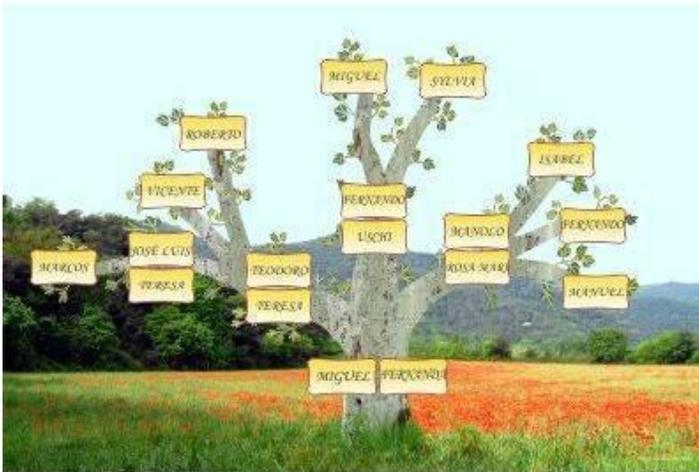
P

Segunda parte.

1

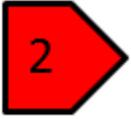
Ya hemos logrado construir la idea de “Cadena Radiactiva” ahora trataremos de construir una idea de un concepto.

Activando nuestras ideas



Este es un árbol genealógico, donde cada una de las ramas se asocia a un nuevo miembro que compone la familia
¿Qué representa un árbol genealógico?

Pongamos a prueba tus ideas...



Responde las siguientes preguntas:

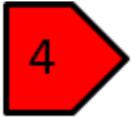
8.- ¿Existe alguna similitud entre el árbol genealógico y la cadena radiactiva que dibujaste anteriormente? Si es así ¿Cuáles son?

Si existen similitudes. Ambas tienen un primer ancestro y de este se desprenden distintos descendientes o hijos del ancestro

9.- De acuerdo a las similitudes que mencionaste en la pregunta anterior ¿Cómo podrías llamar al conjunto de elementos que componen la cadena radiactiva? ¿Por qué?

Familia:

Porque al igual que en el árbol genealógico tiene un ancestro común y descendientes o hijos



10.- De acuerdo a tus respuestas anteriores y lo que converses con tus compañeros de grupos, explica con tus palabras los dos conceptos importantes que se revisaron hoy en clases y su significado.

Con respecto a Cadenas Radiactivas aprendí...	Con respecto a Familias Radiactivas aprendí...
---	--

Llegados a este punto comenzamos el cierre de la clase, en donde se agrupan los dos conceptos vistos. Esta sección cuenta con tres preguntas que tienden a englobar los dos conceptos vistos y como estos influyen en la vida de las personas. De un tiempo estimado entre 10 a 13 minutos.

Un ejemplo que puede tratar o dar en este punto es el hecho de que las paredes de las centrales nucleares sean de Plomo (Pb). Acote a su vez que toda familia vista en esta clase acaba siempre en carbono como se vio en la primera parte de la clase en la sección II.

Conceda el tiempo a los estudiantes para que puedan completar la pregunta de la sección superior de acuerdo a la importancia que se ha demostrado a la Cadenas y Familias Radiactivas.

La última pregunta corresponde a un nexo entre esta clase y lo que se trabajará en la próxima. Otorgue uno 5 minutos para responder.



Apliquemos lo aprendido...

6

11.- Según lo que ha explicado el profesor, menciona la importancia de una cadena radiactiva ¿Piensas que tenga alguna relación con lo que sucede al interior de una planta nuclear y sus desechos? ¿Por qué?

Cadenas y familias sirven hoy como el proceso por el cual podemos saber que elementos están transmutando o quedan por transmutar dependiendo del elemento inicial, esto ayuda con los residuos radiactivos u otros elementos similares.

Apéndice 5.4: Guía clase 4

Objetivo de la clase:

Esta clase tiene por objetivo que los estudiantes analicen y valoren las repercusiones sociales, económicas, políticas y éticas de la actividad científica con respecto al uso de la bomba nuclear, para crear conciencia del impacto del desarrollo científico en la humanidad.

La idea del contenido didáctico que se irá construyendo a través del proceso de modelización y se pretende potenciar en clase es el concepto de fisión y fusión nuclear. Donde la primera parte de la clase, apunta a la diferencia entre los procesos de fisión y fusión. Mientras que la segunda parte de la clase se centra en la construcción de los conceptos de fisión controlada y fisión descontrolada.

P

Y la televisión se prendió – Guía con indicaciones al docente

Nombre: _____ fecha: ___/___/___ curso: _____

Instrucciones:

Se les indica a los estudiantes que se trabajará de forma grupal, por lo que debes hacer grupo de cuatro compañeros. El profesor indica quién será el presidente de grupo y da 1 minuto para que se repartan los cargos que queden.

Se les pide que descarguen la aplicación “Física en la escuela” desde la playstore y que luego desconecten el internet de su celular. Se les recuerda que deben usar el celular como un instrumento para la investigación.

Se recomienda que uno de los estudiantes lea el texto de la sección “Un poco de historia”.

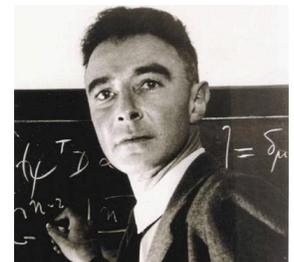
P**1**

Un poco de historia



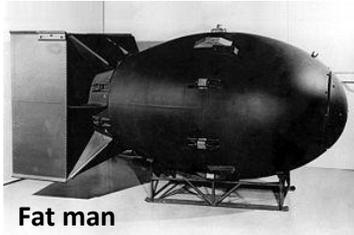
Lise Meitner
(1878 – 1968)

Durante la segunda mitad de la Segunda Guerra Mundial (1939 – 1945), comenzaron grandes proyectos armamentistas que involucraban a muchos científicos importantes. En este contexto, para 1941 los alemanes comenzaron proyectos de bombas con gases tóxicos y de rápido actuar, mientras que en Estados Unidos se comenzó uno de los proyectos más

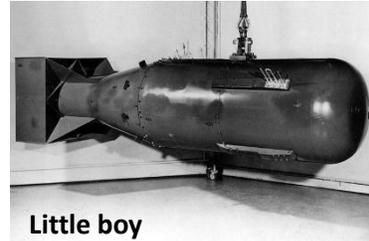


Robert Oppenheimer
(1904 – 1967)

ambiciosos a cargo del físico teórico Robert Oppenheimer junto con un gran grupo de reconocidos científicos, quienes basados en los trabajos de la reconocida científica Lise Meitner, logran crear las dos bombas atómicas que fueron lanzadas en 1945 en las ciudades de Hiroshima y Nagasaki en Japón, “Little boy” y “Fatman” respectivamente.



Fat man



Little boy

Esta es una de las épocas más polémicas del quehacer científico, donde su desarrollo se relacionó con la muerte de millones de personas y de crear un temor en la población a lo que llamamos “Radiactividad”

La sección anterior, permite que los estudiantes puedan tener un primer acercamiento con el tema a tratar.

La sección siguiente comprende dos preguntas que deben responder de manera individual sobre los procesos nucleares con sus ideas previas. Calcule un tiempo estimado entre 3 a 5 minutos para responder las preguntas.



Activando nuestras ideas

2

De acuerdo a lo que leíste en la introducción y a tus conocimientos sobre este tema responde las siguientes preguntas.

1.- Explica brevemente cómo piensas que una bomba atómica produce la destrucción que genera al explotar.

Llevan material radiactivo en su interior y al detonar este se esparce matando gente

2.- Menciona y explica los procesos nucleares que conoces, sepáralos en aquellos que se producen naturalmente y aquellos que son creados por la humanidad en la tabla inferior, recuerda decir donde se pueden encontrar estos

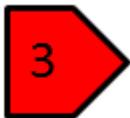
Procesos Naturales	Procesos creados por la humanidad
<ul style="list-style-type: none"> - Fusión en el sol - Fisión a baja escala en la naturaleza 	<ul style="list-style-type: none"> - Fisión nuclear en las centrales

Una vez finalizada las respuestas de las preguntas anteriores, conceda a los estudiantes el tiempo para realizar una puesta en común entre las ideas que surgieron, considere un tiempo de 5 a 7 minutos



A continuación, vienen el trabajo con la aplicación “Física en la Escuela” si los estudiantes no pueden colocarla en sus teléfonos, recomendamos proyectarla y usted trabajar en los procesos que en ella aparecen.

Mientras se utiliza la app y se siguen las instrucciones los estudiantes responden las preguntas a las que están ligadas en la aplicación. Considere un tiempo estimado de 10 a 12 minutos

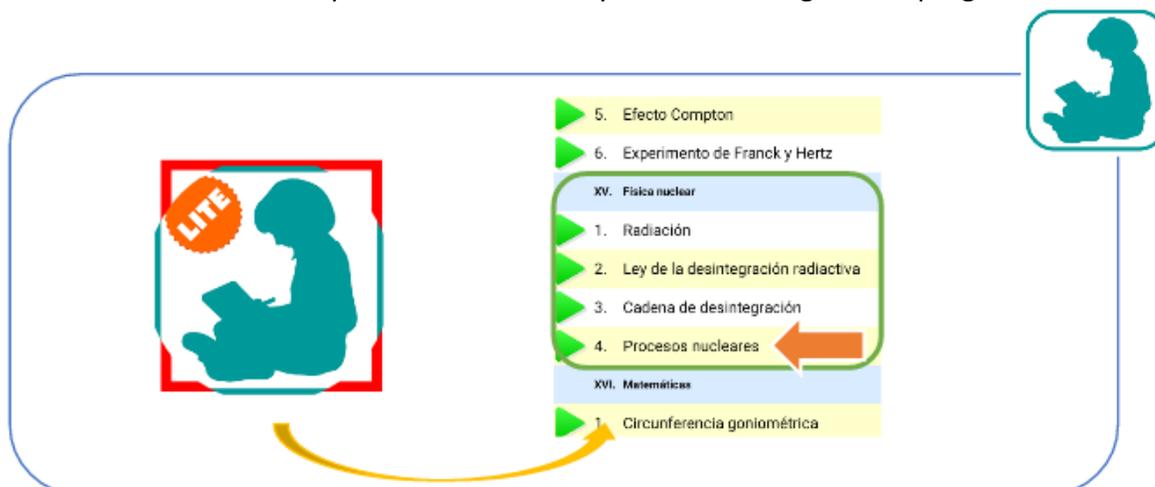


Pongamos a prueba tus ideas...

Para muchas personas es difícil entender el funcionamiento de las bombas o de las centrales nucleares, su relación con los átomos y cómo estos se comportan en esos momentos. Al mismo tiempo estos procesos nucleares, ya sean generados por la humanidad o en la naturaleza, producen problemas porque no los podemos ver a simple vista, pero sí repercuten en nuestro día a día.

Como vimos en la clase anterior, una simulación nos puede ayudar a entender cómo actúa la materia en esos momentos que no alcanza nuestra percepción.

Abre la App “física en la escuela” y en la sección de “física nuclear” selecciona la simulación número 4 “procesos nucleares” y contesta las siguientes preguntas.



3.- De acuerdo a lo que se observa en la simulación de **fusión**, explica con tus palabras ¿Qué ocurre con los núcleos en este proceso? ¿Existe liberación de energía en el proceso? ¿Hay algún residuo (elemento libre) luego de ocurrida la fusión?

Los dos núcleos se juntan y forman uno solo liberando energía y un neutrón.

Sí, existe liberación de energía.

El residuo es el neutrón que queda libre.

4.- Ahora ve a la simulación de **fisión**, presta atención al comportamiento del núcleo. Describe con tus palabras ¿Qué significa la fisión nuclear? ¿Existe liberación de energía en el proceso? ¿Existen elementos residuales luego de completado el proceso?

Un neutrón ingresa al núcleo pesado, lo desestabiliza y este se divide en dos secciones muy similares, junto con una gran cantidad de energía y tres neutrones libres.

Comparte con tu grupo la respuesta a la pregunta 1 y en conjunto desarrollen una nueva explicación, considerando los conceptos estudiados hasta ahora.

5.- Según lo que observaste y tus respuestas de las preguntas anteriores, define cada uno de los procesos:

Fusión:	Proceso por el cual dos núcleos se transforman en uno solo, liberando energía y un neutrón.
Fisión:	Proceso por el cual un núcleo pesado se divide en dos nuevos núcleos de más o menos la mitad de la masa inicial, por la acción de un neutrón lento, liberando energía y tres neutrones libres.

Finalizada la etapa de las preguntas, realice una puesta en común de los estudiantes para que pueda verificar que todos tengan las respuestas con la idea potenciada en la guía. Considere un tiempo estimado de entre 8 y 10 minutos para ello.



A continuación, de un tiempo breve para que los estudiantes lean las preguntas de la parte inferior y puedan ver lo que sucede con las bombas nucleares en el video que proyectara, "Video clase 4".

4

Comparte con tu profesor y el resto del curso tu respuesta anterior. Anota en el siguiente espacio las conclusiones de la discusión.

Apliquemos lo aprendido...

A continuación, se mostrará un video. Lee las preguntas 6 y 7 que se encuentran en la parte inferior para que prestes atención a lo importante. Anota en el siguiente espacio apuntes.

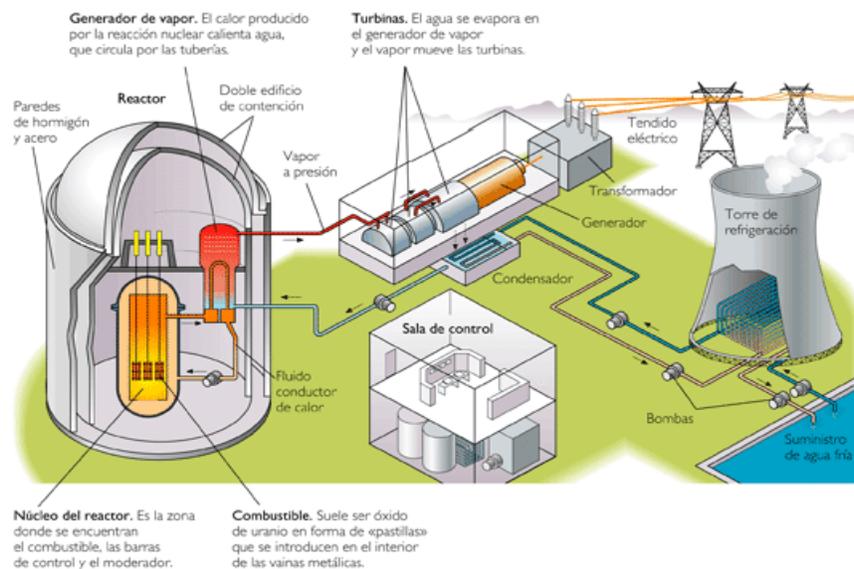
6.- Explica con tus palabras el funcionamiento del arma que viste en el video, relacionándolo con los procesos recién estudiados.

Dentro de la bomba se produce fisión nuclear de forma descontrolada, liberando una gran cantidad de energía, la cual provoca la explosión que se observa en el video.

Finalizado el video, de una explicación del funcionamiento de una bomba atómica, puede apoyarse en la aplicación que tienen los estudiantes en su teléfono o usted proyecta, también explique el funcionamiento de una central nuclear, el cual aparece en la app para demostrar el uso de una reacción nuclear controlada.

P

Conceda a los estudiantes un tiempo estimado de entre 10 y 12 minutos para que ellos respondan las preguntas que están a continuación basándose en su explicación.



6

7.- Explica lo esencial en el funcionamiento de una central nuclear, relacionándolo con los procesos recién estudiados. Utiliza a imagen superior para guiarte y apoyarte en la explicación.

Se bombardea el material radiactivo con electrones lentos, dividiendo los núcleos de uranio u otro elemento pesado. Esta reacción en cadena calienta el agua donde se encuentra el material, el vapor de agua acciona las turbinas y estas generan la electricidad, el vapor se enfría para que se convierta en agua una vez más.

5

Comparte con tu grupo tus resultados y respuestas de las preguntas 6 y 7, para luego compartirlas con tu profesor y el resto del curso. Anota en el siguiente espacio las conclusiones de la discusión ¿Cuáles son las mayores diferencias entre los procesos nucleares de las Bombas atómicas y las centrales nucleares? ¿Por qué?

Bomba Atómica	Central Nuclear
<ul style="list-style-type: none"> - Proceso de fisión descontrolada - Liberación de energía en grandes cantidades <p>Ya que está diseñada para la destrucción.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Proceso de fisión controlado - Liberación de energía controlada para la evaporación del agua. <p>Ya que está diseñada para la generación de electricidad.</p>

Si lo considera necesario haga a los estudiantes leer en voz alta la entrevista a Oppenheimer. Luego de entre 10 a 13 minutos para que los estudiantes respondan a las preguntas con base en el texto.

Luego, comente lo importante de realizar un razonamiento guiado para crear un argumento firme con respecto a la opinión que puedan formar. Por lo que utilizarán una herramienta llamada CRITIC que guía el razonamiento.

P

8.- Lee el siguiente extracto de una entrevista realizada a Oppenheimer luego del lanzamiento de la bomba nuclear y responde:

¿Qué opinas de las declaraciones del doctor Oppenheimer? ¿Piensas que los científicos deben trabajar en este tipo de proyectos? ¿Por qué?



<<Periodista: ¿Sentía usted escrúpulos morales?

Oppenheimer: Escrúpulos atroces.

Periodista: Pero usted ha declarado, recientemente, que el bombardeo de Hiroshima fue un gran éxito, ¿no es cierto?

Oppenheimer: Sí, técnicamente.

Periodista: ¡Ah! Técnicamente.

Oppenheimer: También se dice que contribuyo a poner fin a la guerra.

Periodista: ¿Habría estimulado usted el lanzamiento de una bomba termonuclear sobre Hiroshima?

Oppenheimer: Eso no habría tenido sentido.

Periodista: ¿Por qué?

Oppenheimer: El blanco es demasiado pequeño.

Periodista: ¿El blanco es demasiado pequeño! Supongamos que hubiera habido en Japón un blanco suficientemente grande como para el lanzamiento de un arma termonuclear, ¿se habría usted opuesto al lanzamiento?

Oppenheimer: Ese es un problema que no se me planteaba.

Periodista: Pues bien, yo se lo planteo.

Oppenheimer: Usted no me plantea un problema real. Me sentí muy aliviado cuando el señor Stimson descarto a Kyoto de la lista de objetivos. Era la ciudad más grande y el blanco más vulnerable. Creo que esto es lo que más se aproxima a su pregunta hipotética.

Periodista: Exactamente. ¿Se habría usted opuesto al lanzamiento de una bomba termonuclear por escrúpulos morales?

Oppenheimer: Creo que sí.

Periodista: ¿se opuso usted por razones morales al lanzamiento de una bomba atómica sobre Hiroshima?

Oppenheimer: Nosotros expresamos...

Periodista: Yo le pregunto lo que usted hizo, no "nosotros".

Oppenheimer: Yo exprese mis temores y presente algunos argumentos desfavorables.

Periodista: ¿Quiere usted decir que formulo argumentos desfavorables al lanzamiento de la bomba?

Oppenheimer: Sí. Pero no defendí expresamente esos argumentos.

Periodista: ¿Quiere usted decir que – después de haber trabajado día y noche durante tres o cuatro años, como usted mismo lo ha dicho, en la preparación de la bomba atómica –, formulo el argumento de que no debía emplearse?

Oppenheimer: No, no preconice la renuncia de su empleo. El Ministro de Defensa me había pedido la opinión de los sabios. Yo le formule los argumentos a favor y en contra.

Periodista: ¿Usted, sin embargo, era partidario del lanzamiento de la bomba sobre Japón?

Oppenheimer: ¿Qué entiende usted por “Partidario”?

Periodista: ¿Usted ayudo a escoger el blanco, ¿verdad?

Oppenheimer: De acuerdo con nuestros cálculos, convenía operar sobre un área de un diámetro no menos de dos millas, muy densamente poblada de edificios, a ser posible de madera, para que la presión de la onda expansiva y la ola de calor consecutiva ejercieran su máximo efecto. Los objetivos debían ser, además, de gran importancia estratégica, y no debían haber sufrido anteriormente ningún bombardeo.

Periodista: ¿Por qué?

Oppenheimer: Para poder apreciar con más exactitud los efectos de la bomba atómica...

Periodista: Pero usted, profesor, ¿no estableció también la altura a que debería estallar la bomba para que produjera mayores efectos?

Oppenheimer: Hicimos en calidad de técnicos, lo que se nos había solicitado, pero no fuimos nosotros quienes decidimos el lanzamiento de la bomba... Nosotros somos físicos, no militares ni políticos.>>

¿Qué opinas de las declaraciones del doctor Oppenheimer? ¿Piensas que los científicos deben trabajar en este tipo de proyectos? ¿Por qué?

Responde en el espacio inferior las preguntas planteadas anteriormente.

Ahora, argumenta tus ideas con el instrumento llamado CRITIC que nos permite organizar y analizar nuestras ideas.

Mi idea es...
Mis razones son...
Argumentos en contra de mi idea pueden ser...
Convencería a alguien que no me cree con...
La evidencia que daría para convencer a otro es...

Apéndice 6: Escala Likert.

Apéndice 6.1: Encuesta de validación clase 1

Clase número 1: Modelos atómicos y nucleares

Ítems a evaluar:

1.- Validación de la actividad de inicio de clase: Es este ítem se evalúa la actividad inicial de esta clase, ya que funciona como un recordatorio para iniciar la unidad. Por lo tanto, sólo para esta guía se evaluará por separado el inicio de la clase.

2.- Validación de la guía como material de trabajo: Este ítem se enfoca en la validación de las preguntas, diseño y orden de la guía. Las validaciones de las preguntas son tanto por claridad como por fundamento conceptual. Con diseño y orden nos referimos a tamaño de letra, claridad de las instrucciones, uso de espacio y posicionamiento de imágenes.

3.- Uso de videos como material didáctico: El video se enfoca en el desarrollo de los modelos atómicos y en los modelos nucleares. Para validar esta sección debe pensar en si las preguntas que apuntan a la utilización de los videos son correspondientes a la información que éste entrega, claridad en la información que se presenta, desarrollo del concepto a base de videos, su duración y la edición de éste.

4.- Metodología: Se debe entender esta sección como el uso de TIC's y la metodología de la enseñanza basada en la modelización de los conceptos por parte de los estudiantes.

Instrucciones

Marque con una X la casilla que más se acerque a su opinión de acuerdo a la escala presente en la tabla, donde 1 es **muy en desacuerdo** y 4 es **muy de acuerdo**.

Ítem 1. Validación de la actividad de inicio de clase

	Escala			
	1	2	3	4
La actividad está desarrollada de forma clara.				
Los conceptos seleccionados son coherentes con el tema a trabajar en la clase.				
La actividad es de acuerdo al nivel de cuarto año de enseñanza media				
La actividad es práctica y desarrollable en los 15 primeros minutos de la clase.				

Ítem 2. Validación de la guía como material de trabajo

	Escala			
	1	2	3	4
Las preguntas están desarrolladas de forma clara.				
La guía se encuentra ordenada y apta para el trabajo del estudiante				
El material es coherente con desarrollar los conceptos de modelo atómico y nuclear.				
La primera parte de la guía cumple con aclarar el concepto de modelo atómico.				
La segunda parte de la guía cumple con aclarar el concepto de modelo nuclear.				
La complejidad de las preguntas y actividades es de acuerdo al nivel de cuarto año de enseñanza media.				
Las preguntas grupales e individuales están planteadas correctamente.				
Las actividades propuestas cumplen con el objetivo de la clase.				
La guía puede realizarse en el tiempo estimado para el desarrollo de esta (80 min).				

Ítem 3. Uso de videos como material didáctico

	Escala			
	1	2	3	4
El uso de videos favorece la comprensión de los conceptos a trabajar.				
La duración del video es correcta para mantener la atención de los estudiantes				
El audio del video es adecuado, la pronunciación es clara y el volumen correcto.				
El contenido del video es acertado y apunta a los conceptos que se desean reforzar sin desviarse del tema central.				
La información entregada en los videos tiene una redacción clara y coherente.				
Las preguntas orientadas a los videos, están redactadas de forma clara y coherente.				
El uso de videos promueve una explicación cercana al modelo científico que se quiere potenciar				

La guía potencia la idea del contenido didáctico que se pretende construir.				
El uso de videos promueve el trabajo tanto individual como el trabajo en grupo para el desarrollo de la guía.				

Ítem 4. **Metodología**

	Escala			
	1	2	3	4
El diseño de la guía cumple con la estructura de modelización.				
Se potencia el contenido didáctico definido para esta clase.				
Existen espacios dentro del trabajo de la guía para la discusión entre pares.				
Existen espacios dentro del trabajo de la guía para la puesta en común.				
El uso de videos es apto para el trabajo con la guía y su diseño de modelización.				
Las etapas de modelización definidas en la guía para el profesor son coherentes con las actividades propuestas.				
Se cumple con un enfoque CTS.				

Por último, escriba en el espacio inferior sus observaciones personales sobre la guía y los videos.

Observaciones

Apéndice 6.2: Encuesta de validación clase 2

Clase número 2: Radiactividad y vida media

Ítems a evaluar

1.- Validación de la guía como material de trabajo: Este ítem se enfoca en la validación de las preguntas, diseño y orden de la guía. Las validaciones de las preguntas son tanto por claridad como por fundamento conceptual. Con diseño y orden nos referimos a tamaño de letra, claridad de las instrucciones, uso de espacio y posicionamiento de imágenes.

2.- Uso de textos como material didáctico: El texto es un medio por el cual se entrega información de forma directa e indirecta sobre la información tratada en la clase. Para validar esta sección, se debe pensar si las preguntas que apuntan a la utilización de noticias y extractos son correspondientes a la información que éste entrega, claridad en la información que se presenta, desarrolla el concepto para abordar bien las preguntas.

3.- Metodología: Se debe entender esta sección como el uso de CTS y la metodología de la enseñanza basada en la modelización de los conceptos por parte de los estudiantes.

Instrucciones

Marque con una X la casilla que más se acerque a su opinión de acuerdo a la escala presente en la tabla, donde 1 es **muy en desacuerdo** y 4 es **muy de acuerdo**.

Ítem 1. Validación de la guía como material de trabajo

	Escala			
	1	2	3	4
Las preguntas están desarrolladas de forma clara.				
La guía se encuentra ordenada y apta para el trabajo del estudiante				
El material es coherente con el objetivo de desarrollar los conceptos de modelo atómico y nuclear.				
La primera parte de la guía cumple con el objetivo de aclarar el concepto de radiactividad.				
La segunda parte de la guía cumple con el objetivo de aclarar el concepto de vida media.				
La complejidad de las preguntas y actividades es de acuerdo al nivel de cuarto año de enseñanza media				

Las preguntas grupales e individuales están planteadas correctamente				
Las actividades propuestas cumplen con el objetivo de la clase.				
La guía puede realizarse en el tiempo estimado para el desarrollo de esta (80 min)				

Ítem 2. **Uso de textos como material didáctico**

	Escala			
	1	2	3	4
El uso de noticias favorece la comprensión de los conceptos a trabajar.				
La información entregada en los textos tiene una redacción clara y coherente				
La extensión del texto es adecuada para un estudiante de IV° año medio (considerando que en promedio deberían leer entre 550 a 600 palabras por minuto)				
Los textos logran ser llamativos, no siendo tediosa la lectura.				
Las preguntas orientadas a los textos, están redactadas de forma clara y coherente.				
El uso de noticias promueve una explicación enfocada al CTS.				
El uso de textos promueve el trabajo tanto individual como el trabajo en grupo para el desarrollo de la guía.				

Ítem 3. **Metodología**

	Escala			
	1	2	3	4
El diseño de la guía cumple con la estructura de modelización.				
Se potencia el contenido didáctico definido para esta clase.				
Existen espacios dentro del trabajo de la guía para la discusión entre pares.				
Existen espacios dentro del trabajo de la guía para la puesta en común.				

El uso de textos es apto para el trabajo con la guía y su diseño de modelización.				
Las etapas de modelización definidas en la guía para el profesor son coherentes con las actividades propuestas.				
Se cumple con un enfoque CTS.				

Por último, escriba en el espacio inferior sus observaciones personales sobre la guía y los textos.

Observaciones

Apéndice 6.3: Encuesta de validación clase 3

Clase número 3: cadenas y familias Radiactivas

Ítems a evaluar

1.- Validación de la guía como material de trabajo: Este ítem se enfoca en la validación de las preguntas, diseño y orden de la guía. Las validaciones de las preguntas son tanto por claridad como por fundamento conceptual. Con diseño y orden nos referimos a tamaño de letra, claridad de las instrucciones, uso de espacio y posicionamiento de imágenes.

2.- Uso de la aplicación como material didáctico: Para validar esta sección debe pensar en si las preguntas que apuntan a la utilización de la aplicación, claridad en las instrucciones del uso de la aplicación, desarrollo del concepto a base de la aplicación.

3.- Metodología: Se debe entender metodología para esta clase, como el uso de TIC's y la metodología de enseñanza basada en la modelización de los conceptos por parte de los estudiantes

Instrucciones

Marque con una X la casilla que más se acerque a su opinión de acuerdo a la escala presente en la tabla, donde 1 es **muy en desacuerdo** y 4 es **muy de acuerdo**.

Ítem 1. **Validación de la guía como material de trabajo**

	Escala			
	1	2	3	4
Las preguntas están desarrolladas de forma clara.				
El material es coherente con el objetivo de desarrollar los conceptos de modelo atómico y nuclear.				
La guía se encuentra ordenada y apta para el trabajo del estudiante.				
La primera parte de la guía cumple su objetivo el cual es aclarar el concepto de cadena radiactiva.				
La segunda parte de la guía cumple su objetivo el cual es aclarar el concepto de familia radiactiva.				
La complejidad de las preguntas y actividades es				

de acuerdo al nivel de cuarto año de enseñanza media.				
Las preguntas grupales e individuales están planteadas correctamente.				
Las actividades propuestas cumplen con el objetivo de la clase.				
La guía puede realizarse en el tiempo estimado para el desarrollo de esta (80 min)				

Ítem 2. Uso de la aplicación como material didáctico

	Escala			
	1	2	3	4
El uso de la aplicación favorece la comprensión de los conceptos a trabajar.				
Las instrucciones para el uso de la aplicación y sus simuladores tienen una redacción clara y coherente.				
Las preguntas orientadas al uso de la aplicación, están redactadas de forma clara y coherente.				
El uso de la aplicación es sencillo de utilizar y promueve la investigación de los estudiantes.				
El uso de la aplicación promueve el trabajo tanto individual como el trabajo en grupo para el desarrollo de la guía.				

Ítem 3: Metodología

	Escala			
	1	2	3	4
El diseño de la guía cumple con la estructura de modelización.				
Se potencia el contenido didáctico definido para esta clase.				
Existen espacios dentro del trabajo de la guía para la discusión.				
Existen espacios dentro del trabajo de la guía para la puesta en común.				
Los simuladores de la aplicación son aptos para				

el trabajo con la guía y su diseño de modelización.				
Las etapas de modelización definidas en la guía para el profesor son coherentes con las actividades propuestas				
Se cumple con un enfoque CTS				

Por último, escriba en el espacio inferior sus observaciones personales sobre la guía.

Observaciones

Apéndice 6.4: Encuesta de validación clase 4

Clase número 4: fusión y fisión nuclear

Ítems a evaluar.

1.- Validación de la guía como material de trabajo: Este ítem se enfoca en la validación de las preguntas, diseño y orden de la guía. Las validaciones de las preguntas son tanto por claridad como por fundamento conceptual. Con diseño y orden nos referimos a tamaño de letra, claridad de las instrucciones, uso de espacio y posicionamiento de imágenes.

2.- Uso de la aplicación como material didáctico: Para validar esta sección debe pensar en si las preguntas que apuntan a la utilización de la aplicación, claridad en las instrucciones del uso de la aplicación, desarrollo del concepto a base de la aplicación.

3.- Uso de video como recurso didáctico: El video se enfoca en el desarrollo de los conceptos de fisión (controlada y descontrolada) y de fusión nuclear. Para validar esta sección debe pensar en si las preguntas que apuntan a la utilización de los videos son correspondientes a la información que éste entrega, claridad en la información que se presenta, desarrollo del concepto a base de videos, su duración y la edición de éste.

4.- Metodología: Se debe entender metodología para esta clase, como el uso de TIC's y la metodología de enseñanza basada en la modelización de los conceptos por parte de los estudiantes.

Instrucciones

Marque con una X la casilla que más se acerque a su opinión de acuerdo a la escala presente en la tabla, donde 1 es **muy en desacuerdo** y 4 es **muy de acuerdo**.

Ítem 1. Validación de la guía como material de trabajo

	Escala			
	1	2	3	4
Las preguntas están desarrolladas de forma clara.				
El material es coherente con el objetivo de desarrollar los conceptos de modelo atómico y nuclear.				
La guía se encuentra ordenada y apta para el trabajo del estudiante				
La primera parte de la guía cumple su objetivo el cual es aclarar el concepto de fusión y fisión				

nuclear				
La segunda parte de la guía cumple su objetivo el cual es aclarar el concepto de fisión controlada y descontrolada				
Las preguntas grupales e individuales están planteadas correctamente				
La guía puede realizarse en el tiempo estimado para el desarrollo de esta (80 min)				

Ítem 2. Uso de la aplicación como material didáctico

	Escala			
	1	2	3	4
El uso de la aplicación favorece la comprensión de los conceptos a trabajar.				
Las instrucciones para el uso de la aplicación y sus simuladores tienen una redacción clara y coherente.				
Las preguntas orientadas al uso de la aplicación, están redactadas de forma clara y coherente.				
El uso de la aplicación es sencillo de utilizar y promueve la investigación de los estudiantes.				
El uso de la aplicación promueve el trabajo tanto individual como el trabajo en grupo para el desarrollo de la guía.				

Ítem 2. Uso de videos como material didáctico

	Escala			
	1	2	3	4
El uso de videos favorece la comprensión de los conceptos a trabajar.				
La duración del video es correcta para mantener la atención de los estudiantes				
El audio del video es adecuado, la pronunciación es clara y el volumen correcto.				
El contenido del video es acertado y apunta a los conceptos que se desean reforzar sin desviarse del tema central.				
La información entregada en los videos tiene una redacción clara y coherente.				
Las preguntas orientadas a los videos, están redactadas de forma clara y coherente.				

El uso de videos promueve una explicación cercana al modelo científico que se quiere potenciar				
La guía potencia la idea del contenido didáctico que se pretende construir.				
El uso de videos promueve el trabajo tanto individual como el trabajo en grupo para el desarrollo de la guía.				

Ítem 4: **Metodología**

	Escala			
	1	2	3	4
El diseño de la guía cumple con la estructura de modelización.				
Se potencia el contenido didáctico definido para esta clase.				
Existen espacios dentro del trabajo de la guía para la discusión entre pares.				
Existen espacios dentro del trabajo de la guía para la puesta en común.				
El uso de videos es apto para el trabajo con la guía y su diseño de modelización.				
Los simuladores de la aplicación son aptos para el trabajo con la guía y su diseño de modelización.				
Las etapas de modelización definidas en la guía para el profesor son coherentes con las actividades propuestas.				
Se cumple con un enfoque CTS.				

Por último, escriba en el espacio inferior sus observaciones personales sobre la guía.

Observaciones

Apéndice 6.5: Encuesta de validación clase 5

Clase número 5: Evaluación de la Unidad

Ítems a evaluar:

1.- Validación de la actividad de debate: Es este ítem se evalúa la propuesta de evaluación comprendida en el espacio de un debate.

2.- Validación de la actividad de feria científica: Es este ítem se evalúa la propuesta de evaluación comprendida en el espacio de una feria científica.

4.- Metodología: Se debe entender esta sección como el uso de TIC's y la metodología de la enseñanza basada en la modelización de los conceptos por parte de los estudiantes, junto con una mirada CTS.

Instrucciones

Marque con una X la casilla que más se acerque a su opinión de acuerdo a la escala presente en la tabla, donde 1 es **muy en desacuerdo** y 4 es **muy de acuerdo**.

Ítem 1. **Validación de la actividad de debate**

	Escala			
	1	2	3	4
Las indicaciones para la actividad están escritas de forma clara.				
Los temas seleccionados son coherentes con lo trabajado en las clases anteriores.				
La actividad es de acuerdo al nivel de cuarto año de enseñanza media				
La actividad es práctica y desarrollable en los 80 minutos de clases.				
El desarrollo de la actividad favorece la comprensión de los temas a trabajar				
La actividad promueve una mirada CTS para el aprendizaje de radiactividad.				

Ítem 2. Validación de la actividad de feria científica

	Escala			
	1	2	3	4
Las indicaciones para la actividad están escritas de forma clara.				
Los temas seleccionados son coherentes con lo trabajado en las clases anteriores.				
La actividad es de acuerdo al nivel de cuarto año de enseñanza media				
La actividad es práctica y desarrollable en los 80 minutos de clases.				
El desarrollo de la actividad favorece la comprensión de los temas a trabajar				
La actividad promueve una mirada CTS para el aprendizaje de radiactividad.				

Ítem 3. Metodología

	Escala			
	1	2	3	4
El diseño de las actividades cumple con un enfoque CTS				
El diseño de la actividad permite evaluar a los estudiantes con respecto al aprendizaje sobre la unidad.				
La actividad es apta para ser evaluada por profesores de otras disciplinas (historia, biología, química, etc.)				
El uso de la modelización en clases anteriores es coherente con las evaluaciones				

Por último, escriba en el espacio inferior sus observaciones personales sobre la guía y los videos.

Observaciones