



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



**“Evaluación de los conocimientos previos en el proceso de aprendizaje de
Química Nuclear y Radiactividad y su abordaje interdisciplinar”**

Sair Elizabeth Aparicio de la Puente

Tesis de Maestría

Presentada como uno de los requisitos para el título de

Magíster

Programa de Posgrado en Química de Facultad de Química.
Universidad de la República
Abril 2023

El Tribunal de Tesis para Sair Elizabeth Aparicio de la Puente certifica que esta es la versión aprobada de la siguiente tesis:

**“Evaluación de los conocimientos previos en el proceso de aprendizaje de
Química Nuclear y Radiactividad y su abordaje interdisciplinar”**

Tribunal:

Mag. Prof. Ximena Otegui
Dra. Ana Rey
Dra. Ing. Lourdes Torres

Dra. Mariella Terán Gretter; Directora

Mag. Prof. Cristina Rebollo; Directora

Dedico este trabajo a mi familia, quienes renunciaron a tiempos compartidos para que fuera posible lograr mis sueños.

Agradecimientos

En primer lugar agradezco a todos los que han acompañado este proceso, que ha sido tal vez más largo de lo que me imaginaba. Pasaron muchas cosas en este tiempo, por ejemplo fui abuela por segunda vez, cosa que me ha hecho muy feliz y que me motivó a continuar y no bajar los brazos.

Un especial agradecimiento a María Noel, que me acompañó como directora académica en gran parte de este camino, estuvo allí cuando la necesitaba, respondiendo a mis mensajes, no importando la hora ni el lugar.

A Mariella, que gracias a ella he logrado culminar este ciclo, apoyando, dando ánimo, acompañando y principalmente escuchando.

A mi querida y estimada Cristina, que tomó el desafío de acompañarme en esta última etapa del trayecto, de la cual he aprendido tanto y me queda mucho más por aprender.

Por supuesto a mis estimados colegas que me abrieron las puertas de sus salones para que pudiera llevar adelante este trabajo, sin ellos y el compromiso con el cual sus estudiantes colaboraron no podría haberlo hecho. Ellos son los verdaderos protagonistas de esta historia.

A mi estimada Lourdes Torres, que muy amablemente y con ese amor y compromiso por lo que hace no dudó en dedicar su tiempo a realizar los talleres con los chicos.

Quiero agradecer además a todos los directores de los centros de estudio que he trabajado, los cuales me han facilitado licencias, arreglos de horarios y principalmente han apostado por la formación continua de sus docentes.

Ni hablemos, de un enorme gracias a la cátedra de Radioquímica que me ha abierto sus puertas y me han hecho sentir una más del equipo. A los que continúan allí y a los que ya no están porque emprendieron otro camino profesional.

“El factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto y enséñese consecuentemente”.

Ausubel, 1983

“Evaluación de los conocimientos previos en el proceso de aprendizaje de Química Nuclear y Radiactividad y su abordaje interdisciplinar”

Sair Elizabeth Aparicio de la Puente, Magister
Programa de Posgrado en Química de Facultad de Química.
Universidad de la República
2022

DIRECTORAS: Dra. Mariella Terán; Área Radioquímica, DEC. Facultad de Química
Mag. Prof. Cristina Rebollo, CeRP del Centro, CFE

Desde una visión constructivista del aprendizaje se plantea que la mente es una construcción de la realidad y no una copia de ella, por lo tanto, lo que el estudiante sabe, condiciona y limita la adquisición del nuevo aprendizaje. Por consiguiente, para que el estudiante adquiera aprendizajes significativos, es fundamental el rol del profesor en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Uno de los aspectos más preocupantes en el ámbito educativo de las ciencias es la persistencia de las ideas previas que, según el punto de vista formal, son ideas incorrectas y, sin embargo, son verosímiles en un contexto cotidiano extraescolar. Estas son persistentes aún luego de largos períodos de instrucción, incluso universitaria, y en alumnos que obtienen altas calificaciones en ciencias. La percepción negativa sobre el uso de la radiactividad, y el aprendizaje de conceptos relacionados con el estudio de Química Nuclear resultan especialmente difíciles. Por consiguiente es necesario indagar lo que los estudiantes piensan sobre estos temas y proponer estrategias didácticas alternativas como la interdisciplinariedad para mejorar sus aprendizajes

Este estudio, tuvo como objetivo general analizar cómo favorecer el aprendizaje significativo de conceptos científicos, en estudiantes de 2do año de bachillerato, opción biológica, a partir de sus ideas previas y el trabajo interdisciplinario como estrategias didácticas. Para ello, se identificaron las ideas previas de los estudiantes sobre Química Nuclear y Radioactividad y se determinó si la intervención con un taller de abordaje interdisciplinar, dedicado específicamente a esos temas, provoca cambios en las respuestas de los estudiantes en relación a las ideas previas detectadas. Para ir más allá de la detección y consideración de las ideas previas además se identificaron, desde la opinión de los docentes, los aspectos que influyen en el trabajo interdisciplinario como estrategia didáctica para abordarlas. También se analizó cómo se relacionan los conceptos (físicos, químicos y matemáticos) necesarios para

el aprendizaje interdisciplinario de Química Nuclear y Radioactividad, en los programas oficiales de 2do año de bachillerato, opción biológica de la DGES (ex CES) de las asignaturas Física, Química y Matemática.

La investigación fue de corte descriptivo - interpretativo, de diseño mixto con énfasis en la metodología cualitativa. Para el abordaje de las ideas previas de los estudiantes sobre Química Nuclear y Radioactividad se recurrió a una metodología cuantitativa, cuasi experimental, y se aplicó una encuesta presencial con un formulario elaborado y validado previamente. Las amenazas a la validez del estudio en el caso de los estudiantes fueron controladas mediante el diseño de cuatro grupos de Solomon (Hernández et al., 2014), que utilizando un grupo experimental y tres grupos control, permite examinar qué factores podrían ser los causantes de ciertos tipos de resultados. Al grupo experimental se le aplicó una primer prueba (P1), luego participó de un taller (T) y por último, realizó nuevamente la prueba (P2), mientras que el grupo control D/F realizó P1 y P2, el grupo B sólo realizó P2 y el grupo C participó del taller y realizó P2, como se detalla en la siguiente tabla.

Grupo	P1 (n= 87)	T(n=64)	P2 (n= 122)
A /E	Se aplica	Se aplica	Se aplica
D/F	Se aplica	No se aplica	Se aplica
B	No se aplica	No se aplica	Se aplica
C	No se aplica	Se aplica	Se aplica

Se compararon los grupos C y B para determinar si había influencia del taller sobre los resultados de P2, el cotejar A/E con C permitió controlar si haber realizado previamente P1 alteró los resultados finales. Al confrontar los resultados de P2 de los grupos B y D/F posibilitó determinar si P1 afectó el comportamiento de las respuestas independientemente de haber participado del taller. Finalmente, al comparar P2 del grupo A/E con D/F se vigiló si el taller produjo cambios en las respuestas de los estudiantes.

La opinión de los docentes y el análisis de los programas oficiales de la DGES fueron indagados mediante un análisis cualitativo. En el caso de los docentes, se elaboró y validó una encuesta que fue diseñada con veinte preguntas de múltiple opción tipo escala de Likert

(1932) y aplicada a través de un formulario de Google , mientras que para la revisión de los programas se hizo un análisis de documentos.

Los resultados permiten concluir que, los estudiantes de 2do año de bachillerato, presentan ideas previas sobre Química Nuclear y Radioactividad, como por ejemplo, un 55,3% opina que la materia emite radiación si ha sido expuesta a una fuente radiactiva, y el 76,3%, que contiene sustancias radiactivas aunque se haya separado de la fuente radiactiva. Otra de las ideas previas detectadas en el 48,6 % es que la actividad de los materiales radiactivos al emitir radiación se mantiene constante.

En cuanto a la opinión de los docentes, un 85,7% de los encuestados indicó que detectan las ideas previas de sus estudiantes y que consideran importante hacerlo en cada unidad curricular. El 82,2% responde que el uso de metodologías no tradicionales, como la interdisciplinariedad, es una buena estrategia para facilitar el cambio conceptual, sin embargo el 71,5 % indica que, en general, los profesores desconocen cómo llevar a la práctica el trabajo interdisciplinario. Paralelamente, el 57,1% de los encuestados considera que es poco factible debido a la falta de formación del profesorado. En lo relativo a los programas de estudios analizados, se observó que los conceptos necesarios para abordar contenidos de Química Nuclear y Radioactividad se encuentran específicamente en el programa de Química, no obstante, en los tres programas se identifica una apertura para abordar los contenidos curriculares desde un enfoque interdisciplinar. Teniendo en cuenta la opinión de los docentes y el análisis de los programas, sería necesario fortalecer la formación docente y diseñar los programas de asignatura con un currículo que, explícitamente, recomiende a los profesores incluir en sus prácticas docentes un abordaje integrado del conocimiento.

En virtud de los resultados de este trabajo y el escenario educativo actual, enseñar a partir de las ideas previas de los estudiantes, integrando un enfoque interdisciplinar del currículo, sería pertinente en la enseñanza de la Química y de la educación en general.

Palabras claves: Ideas previas, Química nuclear, Radioactividad, Interdisciplinariedad.

“Assessment of previous knowledge in the learning process of Nuclear Chemistry and Radioactivity and its interdisciplinary approach”

Sair Elizabeth Aparicio de la Puente, Magister
Programa de Posgrado en Química de Facultad de Química.
Universidad de la República
2022

DIRECTORAS: Dra. Mariella Terán; Área Radioquímica, DEC. Facultad de Química
Mag. Prof. Cristina Rebollo, CeRP del Centro, CFE

From a constructivist vision of learning, it is stated that the mind is a construction of reality and not a copy of it, therefore, what the student knows conditions and limits the acquisition of new learning. Therefore, for the student to acquire significant learning, the role of the teacher in the teaching and learning process is essential. One of the most worrying aspects in the field of science education is the persistence of previous ideas, which according to the formal point of view are incorrect ideas and yet are plausible in a daily extracurricular context. These are persistent even after long periods of instruction, including university, and in students who obtain high marks in science.

The negative perception about the use of radioactivity and the learning concepts related to the study of Nuclear Chemistry are extremely difficult. Therefore, it is necessary to investigate the students' thoughts regarding these topics and propose alternative teaching strategies, for instance, the interdisciplinary, in order to improve their learning.

The general objective of this study was to analyze how to promote the significant learning of scientific concepts in 2nd year high school students, biological option, based on their previous ideas and interdisciplinary work as didactic strategies. For this, the previous ideas of the students on Nuclear Chemistry and Radioactivity were identified and it was determined if the intervention with a workshop with interdisciplinary approach, dedicated specifically to these topics, causes changes in the answers of the students in relation to the previous ideas detected. In order to go beyond the detection and consideration of previous ideas, the aspects that influence interdisciplinary work as a didactic strategy to address them were also identified, from the opinion of teachers. It was also analyzed how the concepts (physical, chemical and mathematical) necessary for the interdisciplinary learning of Nuclear Chemistry and Radioactivity are related, in the official programs of the 2nd year of high school, biological option of the DGES (former CES) of the subjects Physics, Chemistry and Mathematics.

The research was descriptive - interpretive, mixed design with emphasis on qualitative methodology. To address the previous students' ideas on Nuclear Chemistry and Radioactivity, a quantitative, quasi-experimental methodology was used, and in addition, a face-to-face survey was applied with a previously prepared and validated Form. To control the threats to the study validity in the case of the students, Solomon's four-group design (Hernández et al., 2014) was used, which, using an experimental group and three control groups, allows examining what factors could be the cause of certain types of results. The experimental group was given a first test (P1), then participated in a workshop (T) and finally performed the test again (P2), while the control group D/F performed P1 and P2, group B only performed P2 and group C participated in the workshop and did P2, as detailed in the following table.

Group	P1 (n= 87)	T(n=64)	P2 (n= 122)
A /E	Applies	Applies	Applies
D/F	Applies	Does not apply	Applies
B	Does not apply	Does not apply	Applies
C	Does not apply	Applies	Applies

Groups C and B were compared to determine if there was an influence of the workshop on the results of P2. By comparing A/E with C, it allowed us to double check whether having previously done P1 altered the final results or not. Contrasting the P2 results of groups B and D/F, it lets us determine if P1 affected the behavior of the responses regardless of the participation in the workshop. Finally, when comparing P2 of group A/E with D/F, it was monitored if the workshop led to any changes in the students' answers..

The investigation of the teacher's opinion and the DGES official programmes examination, was made through a qualitative analysis. In the case of teachers, a survey was developed and validated, which was applied through a Google form and designed with twenty multiple-choice questions of the Likert scale (1932), while for the programmes review, a documents analysis was made.

The results allow us to conclude that, 2nd year high school students present previous ideas about Nuclear Chemistry and Radioactivity, for example, 55.3% think that matter emits radiation only if it has been exposed to a radioactive source. And 76.3% believe matter contains radioactive substances even though it has been separated from the radioactive

source. Another previous ideas detected in the 48.6% is that the radioactive materials activity, when emitting radiation, remains constant.

Regarding the opinion of teachers, 85.7% of those surveyed indicated that they detect the previous ideas of their students and that they consider it important to do so in each curricular unit. 82.2% respond that the use of non-traditional methodologies such as interdisciplinarity is a good strategy to facilitate conceptual change, however 71.5% indicate that teachers generally do not know how to put interdisciplinary work into practice. At the same time, 57.1% of those surveyed consider that it is not feasible due to the lack of teacher training. Regarding the study programs analyzed, it was observed that the necessary concepts to address the contents of Nuclear Chemistry and Radioactivity are found specifically in the Chemistry program, however, in the three programs an opening is identified to address the curricular contents from an interdisciplinary approach. Taking into account the opinion of teachers and the analysis of the programs, it would be necessary to strengthen teacher training and design subject programs with a curriculum that explicitly recommends teachers to include an integrated approach to knowledge in their teaching practices.

By virtue of the results of this work and the current educational scenario, teaching from the previous ideas of the students integrating an interdisciplinary approach to the curriculum would be relevant in the teaching of Chemistry and education in general.

Keywords: Previous ideas, Nuclear Chemistry, Radioactivity, Interdisciplinarity.

INDICE

LISTA DE FIGURAS.....	13
LISTA DE TABLAS	14
LISTA DE GRÁFICOS	16
LISTA DE SIGLAS	17
1. INTRODUCCIÓN	18
1.1. Problema de investigación	20
1.2. Objetivos	20
1.2.1.Objetivo General	20
1.2.2. Objetivos Específicos:	21
1. MARCO TEÓRICO.....	22
2.1. Antecedentes	22
2.2. Conceptos claves	25
2. METODOLOGÍA.....	45
3.1 Método	46
3.1.1 Abordaje de los objetivos específicos	47
4.RESULTADOS Y DISCUSIÓN	63
4.1. Objetivo 1	63
4.2. Objetivo 2	77
4.3 Objetivo	112
4.4 Objetivo 4	120
5.CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS.....	131
6. APORTES A LA COMUNIDAD EDUCATIVA.	134
7. REFEXIÓN FINAL	135
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÀFICAS.....	137
9. ANEXOS	150

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: <i>Objetivos 1 y 2</i>	50
Figura 2: <i>Control de amenazas a la validez interna</i>	57
Figura 3: <i>Conceptualización del objetivo específico 3</i>	58
Figura 4: <i>Esquema del Objetivo específico 4</i>	62
Figura 5: <i>Consigna presentada a los alumnos: propiedades que caracteriza a ciertos elementos químicos.</i>	63
Figura 6: <i>Consigna presentada a los alumnos: cambio energético de los materiales radiactivos.</i>	65
Figura 7 <i>Consigna presentada a los alumnos: emisión de radiación a medida que transcurre el tiempo.</i>	66
Figura 8: <i>Consigna presentada a los alumnos: transformación de energía nuclear en otras formas de energía</i>	67
Figura 9: <i>Consigna presentada a los alumnos: percepción de los estudiantes sobre la energía nuclear</i>	69
Figura 10: <i>Consigna presentada a los alumnos: lugares donde se estaría expuesto a radiactividad ambiental</i>	70
Figura 11: <i>Frutilla expuesta a una fuente radiactiva (Caso A) vs. frutilla alejada de la fuente radiactiva (Caso B).</i>	72
Figura 12: <i>Imágenes presentada a los alumnos: diferencia entre los conceptos radiación, radiactividad y sustancias radiactivas.</i>	74
Figura 13: <i>Gráficos de porcentaje de respuestas para cada una de las imágenes sobre radiactividad, radiación y sustancia radiactiva.</i>	75
Figura 14: <i>Gráficos de Porcentaje de respuestas en P1 y P2 sobre radiactividad, radiación y sustancia radiactiva.</i>	85

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: <i>Comparación entre trabajo multidisciplinario, interdisciplinario y transdisciplinario</i>	34
Tabla 2: <i>Condiciones para la interdisciplinariedad</i>	41
Tabla 3: <i>Conceptualización de variables</i>	49
Tabla 4: <i>Taller “Aplicaciones de la radiación en la vida cotidiana”</i>	51
Tabla 5: <i>Descripción de las actividades realizadas</i>	55
Tabla 6: <i>Diseño de Solomon</i>	56
Tabla 7: <i>Operacionalización de la variable: Opinión del profesorado sobre las ideas previas y el trabajo interdisciplinario</i>	59
Tabla 8: <i>Relación de las dimensiones con las preguntas planteadas</i>	60
Tabla 9: <i>Ideas previas sobre radiactividad (Grupos A/E – D/F)</i>	88
Tabla 10: <i>Ideas previas sobre energía nuclear (Grupos A/E – D/F)</i>	89
Tabla 11: <i>Ideas previas sobre radiactividad ambiental (Grupos A/E – D/F)</i>	90
Tabla 12: <i>Ideas previas sobre irradiación y contaminación (Grupos A/E – D/F)</i>	91
Tabla 13: <i>Ideas previas sobre radiactividad, radiación y sustancia radiactiva (Grupos A/E – D/F)</i>	92
Tabla 14: <i>Ideas previas sobre radiactividad (Grupos B - C)</i>	94
Tabla 15: <i>Ideas previas sobre energía nuclear (Grupos B - C)</i>	95
Tabla 16: <i>Ideas previas sobre radiactividad ambiental (Grupos B - C)</i>	96
Tabla 17: <i>Ideas previas sobre irradiación y contaminación (Grupos B - C)</i>	97
Tabla 18: <i>Ideas previas sobre radiactividad, radiación y sustancia radiactiva (Grupos B - C)</i>	98
Tabla 19: <i>Ideas previas sobre radiactividad (Grupos C – A/E)</i>	100
Tabla 20: <i>Ideas previas sobre energía nuclear (Grupos C – A/E)</i>	101
Tabla 21: <i>Ideas previas sobre radiactividad ambiental. (Grupos C – A/E)</i>	102
Tabla 22: <i>Ideas previas sobre irradiación y contaminación (Grupos C – A/E)</i>	103
Tabla 23: <i>Ideas previas sobre radiactividad, radiación y sustancia radiactiva (Grupos C – A/E)</i>	104
Tabla 24: <i>Ideas previas sobre radiactividad (Grupos B – D/F)</i>	105
Tabla 25: <i>Ideas previas sobre energía nuclear (Grupos B – D/F)</i>	107
Tabla 26: <i>Ideas previas sobre radiactividad ambiental (Grupos B – D/F)</i>	108
Tabla 27: <i>Ideas previas sobre irradiación y contaminación (Grupos B – D/F)</i>	109

Tabla 28: <i>Ideas previas sobre radiactividad, radiación y sustancia radiactiva (Grupos B – D/F)</i>	110
Tabla 29: <i>Porcentaje de respuestas de los docentes respecto a su opinión para identificar las ideas previas de sus estudiantes.</i>	114
Tabla 30: <i>Porcentaje de respuestas de los docentes respecto a las ideas previas de sus estudiantes</i>	115
Tabla 31: <i>Porcentaje de respuestas de los docentes respecto al pensamiento constructivista de los docentes.</i>	116
Tabla 32: <i>Porcentaje de respuestas de los docentes respecto a la opinión sobre las ideas previas y su abordaje disciplinar</i>	117
Tabla 33: <i>Porcentaje de respuestas de los docentes respecto a los aspectos que influyen en el trabajo interdisciplinario.</i>	118

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: <i>Porcentaje de respuesta en función de la opción seleccionada sobre la propiedad de los materiales radiactivos.</i>	64
Gráfico 2: <i>Porcentaje de respuestas en función de la opción respecto a qué sucede con el cambio energético de algunos núcleos atómicos.</i>	65
Gráfico 3: <i>Porcentaje de respuestas en función de qué sucede con la actividad de una muestra radiactiva en el transcurso del tiempo.</i>	66
Gráfico 4: <i>Porcentaje de respuestas en función de en qué situaciones se da una transformación de energía nuclear en otras formas de energía</i>	68
Gráfico 5: <i>Porcentaje de respuestas en función de las palabras que los estudiantes asocian con la energía nuclear.</i>	69
Gráfico 6: <i>Porcentaje de respuestas en función de los lugares en los cuales los estudiantes consideran que se está expuesto a radiactividad ambiental.</i>	71
Gráfico 7: <i>Porcentaje de respuestas en función de si la frutilla emite radiación o no.</i>	72
Gráfico 8: <i>Porcentaje de respuestas en función de si la frutilla contiene sustancias radiactivas o no.</i>	73
Gráfico 9: <i>Propiedades de ciertos elementos químicos en función de la cantidad de respuestas en P1 y en P2 para el grupo experimental A/E.</i>	79
Gráfico 10: <i>Qué sucede con los materiales radiactivos al emitir radiación en función de la cantidad de respuestas en P1 y en P2 para el grupo experimental A/E.</i>	80
Gráfico 11: <i>Emisión de materiales radiactivos en función de la cantidad de respuestas en P1 y en P2 para el grupo experimental A/E.</i>	80
Gráfico 12: <i>Transformación de la energía nuclear en otras formas de energía en función de la cantidad de respuestas en P1 y en P2 para el grupo experimental A/E.</i>	81
Gráfico 13: <i>Palabras que los estudiantes asocian con energía nuclear en función de la cantidad de respuestas en P1 y en P2.</i>	82
Gráfico 14: <i>Posibles lugares en los cuales se está expuesto a radiación ambiental en función de la cantidad de respuestas en la prueba 1 (P1) y en la prueba 2 (P2), para el grupo experimental A/E.</i>	83
Gráfico 15: <i>Frutilla luego de separada de la fuente emite o no radiación en función de la cantidad de respuestas en la prueba 1 (P1) y en la prueba 2 (P2)</i>	84
Gráfico 16: <i>La frutilla luego de separada de la fuente contiene sustancias radiactivas o no en función de la cantidad de respuestas en la prueba 1 (P1) y en la prueba 2 (P2).</i>	84
Gráfico 17: <i>Porcentaje de respuesta en función de los años de experiencia docente.</i>	112

LISTA DE SIGLAS

ANEP: Administración Nacional de Educación Pública

CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe

CeRP: Centro Regional de Profesores

CES: Consejo de Educación Secundaria

CFE: Consejo de Formación en Educación

CTS: Ciencia Tecnología y Sociedad

DGES: Dirección General de Educación Secundaria

ONU: Organización de las Naciones Unidas

RAE: Real Academia Española

UdelaR: Universidad de la República

1. INTRODUCCIÓN

En el ámbito educativo, uno de los desafíos más preocupantes es la influencia y persistencia en el estudiantado de ideas previas vinculadas a conceptos científicos. Investigaciones realizadas sobre esta temática, muestran la gran resistencia al cambio que presentan las estructuras mentales construidas por los alumnos, que constituyen, en definitiva, un obstáculo para la enseñanza de las ciencias. “Conocimientos previos” es un concepto amplio que contempla tanto, las ideas correctas como las incorrectas. En este estudio, al abordar los conocimientos previos, se hace foco en las ideas previas de los estudiantes, entendiéndose como aquellas que posee una persona que va a aprender sobre un tema, antes de escuchar las explicaciones del profesor, y que surgen en la mente del sujeto en su interacción con el medio (Muñoz, 2005). Se caracterizan por ser ideas incorrectas desde el punto de vista formal de la ciencia, están implícitas, son resistentes al cambio y dominadas por la opinión (Pozo et al., 1989).

La percepción negativa sobre el uso de la radiactividad, y el aprendizaje de conceptos relacionados con el estudio de Química Nuclear que resultan especialmente difíciles, hacen que sea necesario indagar sobre lo que los estudiantes piensan sobre estos temas. Investigaciones realizadas en el área de educación en ciencias, dan cuenta de que las ideas previas de los estudiantes sobre los fenómenos naturales, deben ser tenidas en cuenta si se pretende un aprendizaje significativo de los conceptos que involucran las ciencias (Novak, 1992; Driver, 1986; Pesa y Cudmani, 1997). Por lo tanto ¿Cómo mejorar el aprendizaje significativo de conceptos científicos? Para poder dar respuesta a este problema el presente estudio propone llevar a cabo el análisis desde estos tres ejes: las ideas previas de los estudiantes, la opinión de los docentes respecto a las mismas, y el análisis del currículo de ciencias como marco institucional. Es así que se considera que estos tres aspectos se tienen que amalgamar, para que se den los procesos de enseñanza y aprendizaje en forma significativa.

Para que tenga lugar un aprendizaje significativo, es fundamental que el alumno desarrolle un análisis crítico, al interpretar los fenómenos a medida que se enfrenta a situaciones nuevas. Es necesario, que en el proceso adquiriera herramientas conceptuales específicas, que le permitan interrelacionar sus conocimientos y construir esquemas mentales que lo ayuden a explicar diversos fenómenos. Presupone, tanto una disposición del alumno para relacionar

sustancialmente el material nuevo con su estructura cognoscitiva, así como también que le sea significativo (Ausubel, 1961).

Los avances científicos y tecnológicos, y su vertiginoso desarrollo iniciados en el siglo pasado que comprenden el presente, han llevado a una paulatina compartimentalización del conocimiento. El ser humano, ha tenido que especializarse en las diferentes ramas del saber, provocando una comprensión parcializada del mundo, que resulta difícil entender en forma integral.

Las ciencias surgieron con la finalidad de responder a las necesidades del hombre. En la actualidad la Física, la Química y la Matemática deberían ser parte de la educación en, y para la vida. Habría que cuestionarse entonces, cómo lograr que el estudio de estas ciencias realmente sea significativo, productivo, en y para la vida del estudiante. Una alternativa que se propone en este trabajo, es potenciar el aprendizaje desde una estrategia didáctica interdisciplinaria, que permita la puesta en común y el intercambio entre diferentes áreas del conocimiento, desde un abordaje holístico. Entendiendo que existe una incongruencia cada vez mayor entre nuestros saberes desarticulados y compartimentados, y los problemas cada vez más complejos y multidimensionales de la sociedad (Carvajal, 2010), se hace necesario entonces, redefinir las habilidades con base en competencias, que integren disciplinas, conocimientos y habilidades.

La interdisciplinariedad en educación se plantea como un desafío para los docentes, que exige superar el individualismo de las diferentes asignaturas. Implica la receptividad de crítica y autocrítica en todas direcciones, y se transforma en un proceso gradual de enriquecimiento curricular. *“Este tipo de trabajo requiere, por parte de sus participantes, una actitud de permeabilidad y apertura hacia las otras disciplinas, y el quebrantamiento de estructuras rígidas individuales”* (CES, 2016). Desde el punto de vista de la metodología de trabajo, involucra una visión de la totalidad del problema, más integral, profunda y detallada, que permite a los estudiantes relacionar cuestiones físicas con cuestiones químicas y matemáticas. Podría evitarse así compartimientos estancos de conocimiento, tanto conceptuales como procedimentales, que no permiten el trasvase mental de unos temas a otros, lo que se denomina dependencia de campo. La interdisciplinariedad, como estrategia didáctica para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, es presentada en este estudio como una alternativa para mejorar el aprendizaje significativo de conceptos científicos, y de la ciencia en general. Se busca no solamente formar estudiantes en sus habilidades o

destrezas, sino también estimularlos a que indaguen y logren respuestas basadas en razonamientos propios con rigurosidad científica, desarrollando estrategias de pensamiento científico. Se parte de la base de que el pensamiento es sobre todo una actitud, una forma de abordar los problemas y no el simple conocimiento de una serie de ideas, datos, hechos, resultados o teorías, que se han acumulado a lo largo de la historia.

Es así que surgen las siguientes interrogantes

- ¿Cuáles son las ideas previas sobre Química Nuclear y Radiactividad que tienen los estudiantes de 2do año de bachillerato opción biológica?
- ¿Habrá un cambio en las respuestas de los estudiantes luego de participar de un taller interdisciplinario que aborde las ideas previas detectadas?
- ¿Qué opinan los docentes sobre las ideas previas de sus estudiantes?
- ¿Cuál es la opinión de los docentes sobre la interdisciplinariedad en las aulas?
- ¿Los programas oficiales de Física, Química y Matemáticas de 2do año de bachillerato Reformulación 2006 opción biológica, permiten que el docente pueda trabajar los contenidos en forma interdisciplinar?

1 1. Problema de investigación

Las cuestiones anteriormente expuestas llevan a formular el siguiente problema científico: ¿Cómo favorecer el aprendizaje significativo sobre Química Nuclear y Radiactividad en estudiantes de 2do año de bachillerato?

En esta tesis se trabajó a partir del abordaje de sus ideas previas y el trabajo interdisciplinario como estrategias didácticas. Los objetivos que se plantearon se detallan a continuación.

1.2. Objetivos

En este apartado se presentan los objetivos de investigación:

1.2.1. Objetivo General

Analizar cómo favorecer el aprendizaje significativo de conceptos científicos, en estudiantes de 2do año de bachillerato opción biológica, a partir de sus ideas previas y el trabajo interdisciplinario como estrategias didácticas.

1.2.2. Objetivos Específicos:

1- Identificar cuáles son las ideas previas de los estudiantes sobre Química Nuclear y Radioactividad en 2do año de bachillerato opción biológica.

2. Determinar si la intervención con un taller provoca cambios en las respuestas de los estudiantes en relación a las ideas previas detectadas.

3- Identificar desde la opinión de los docentes, cuáles son los aspectos que influyen en el trabajo interdisciplinario como estrategia didáctica para abordar las ideas previas de los estudiantes.

4- Analizar cómo se relacionan los conceptos (físicos, químicos y matemáticos) necesarios para el aprendizaje interdisciplinario de Química Nuclear y Radioactividad en los programas oficiales de 2do año de bachillerato opción biológica de la DGE (ex CES).

1. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

El constructivismo, como método de enseñar ciencias, fundamenta su estrategia en el supuesto de que el alumno adquiere los contenidos mediante una construcción activa a partir de “lo que sabe”.

Para que se produzca el aprendizaje tiene que existir un conocimiento anterior que sirva de soporte al nuevo contenido, (Banet y Ayuso, 1996), así las ideas de los alumnos se consideran el inicio, para estructurar y construir un nuevo conocimiento. Desde la visión constructivista del aprendizaje se manifiesta que la mente es una construcción de la realidad y no una copia de ella. Por lo que “la experiencia previa condiciona, limitando y posibilitando, la adquisición del nuevo aprendizaje” (Aznar, 1992).

Según Caballero (2008), es importante que el docente considere las ideas previas de los estudiantes (conocimientos diferentes a los aceptados por los científicos y académicos) al diseñar los modelos didácticos, para que éstos sean efectivos y logren alcanzar los objetivos a aprender. El autor, además, pone de manifiesto la dificultad de los estudiantes para comprender conceptos, y señala la necesidad de reflexionar acerca de si estos son obstáculos que los estudiantes encuentran en el aprendizaje de la asignatura. Ya Ausubel et al. (1983) manifiestan que el factor más importante que influye en el aprendizaje, es lo que el alumno ya sabe, y por eso es importante el conocimiento y estudio de las ideas previas.

Las ideas previas ganan relevancia a partir de los años 70, y entre los principales autores de esta corriente se encuentran Piaget, considerado el padre del constructivismo, Vygotski, autor de las “zonas de desarrollo próximo”, y Ausubel, quien propone la importancia que tienen las concepciones previas de los estudiantes, a la hora de adquirir nuevo conocimiento de forma significativa (Díaz y Hernández, 1999).

Pesa y Cudmani (1997) presentan tres motivos que llevaron a investigar sobre las ideas previas, por un lado la visión de “una nueva perspectiva del aprendizaje, en la cual se deben tener en cuenta tanto las ideas que el alumno trae como la propia situación de aprendizaje”, por otro “la fuerte persistencia de las preconcepciones aún después de la instrucción, incluso universitaria, y en alumnos que obtienen altas calificaciones en ciencias” y por último “el hecho de que estas ideas son compartidas por la mayoría de los estudiantes”. Driver (1986)

sostenía incluso con anterioridad que las ideas previas tienen mucho en común, aun en medios culturales muy distintos.

Campanario y Otero (2000) manifiestan que más allá de considerar a las ideas previas como obstáculos en el aprendizaje, se debe tener en cuenta también que tienen diversas características: su incorrección científica, su origen en la construcción personal, su carácter desconectado y algunas veces hasta contradictorio, que al estar implícitas dificultan su detección. Por lo tanto, el sujeto no es consciente de que mantiene concepciones erróneas sobre los fenómenos científicos. Además sustentan que muchos profesores de ciencias son conscientes de la existencia de las ideas incorrectas de los alumnos como fuente de dificultad, pero aún así, son pocos los profesores conscientes de la interferencia de las concepciones epistemológicas de los alumnos en el aprendizaje de las ciencias y mucho menos, del papel de las estrategias meta cognitivas. En consecuencia, los autores manifiestan que se requiere de un esfuerzo adicional de formación y toma de conciencia por parte de los profesores de ciencias.

La importancia de las ideas previas en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales también está presente en Rivera (2013), el cual plantea que si se identifican los modelos explicativos más utilizados por los estudiantes, se exploran sobre un concepto determinado y se identifican los obstáculos epistemológicos, es posible diseñar una unidad didáctica que mejore el aprendizaje de una temática. En este mismo sentido, las ideas previas pueden servir como mecanismos de comparación, entre diversos conceptos a aprender, al reconocer que hubo anclaje de nueva información, cuando el estudiante comparó las ideas previas con la información obtenida (CES, 2006; Adúriz-Bravo, 2012).

Las anteriores investigaciones señalan la importancia del rol del profesor en el proceso de enseñanza y aprendizaje, al interactuar con sus estudiantes y proporcionarles las herramientas para alcanzar objetivos de aprendizaje significativos. Sin importar la asignatura, el alumno siempre quiere saber ¿de qué le va a servir en su vida, dicha materia? ¿dónde va a aplicar la información que ahí se le proporcione?. El escritor colombiano William Ospina (2010) durante su discurso en la ceremonia de apertura del “Congreso Iberoamericano de Educación Metas 2021” plantea que “dado que todo lo que es memorizado finalmente se olvida, más vale enseñar procedimientos y maneras de razonar que respuestas que puedan ser copiadas.”

Numerosas investigaciones indagan las ideas previas referidas al tema radiactividad. De Posada y Prieto (1999) por ejemplo estudian las ideas y representaciones de los alumnos sobre este tema, Gutierrez et.al, (2000) ponen el foco en lo que piensan los jóvenes sobre radiactividad, estructura atómica y energía nuclear, mientras que (Puzzella et.al.,2006) indagan tanto a alumnos como a docentes respecto a las radiaciones y sus efectos biológicos desde la perspectiva ciencia, tecnología y sociedad. Así mismo García-Carmona y Criado (2008) desde un enfoque de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) analizan el tratamiento en textos de Física y Química respecto a la enseñanza de la energía nuclear. Esteban y Pérez (2012) estudian lo que piensan los estudiantes del fenómeno de la radiactividad a través de noticias de prensa. Corbelle y Dominguez (2016) indagan las ideas de los alumnos sobre la radiactividad al finalizar la enseñanza secundaria obligatoria y su relación con los libros de texto y la prensa. Mientras que Mosquera (2017) estudia las ideas previas de los docentes en formación inicial frente al concepto de radiactividad.

Reconocer la existencia de ideas previas (de diverso origen) respecto de los conocimientos científicos que enseñamos, puede ser un primer paso para la construcción de miradas más complejas y situadas de lo que sucede en las aulas. Sin embargo, se hace necesario ir más allá de la detección, consideración e integración de las ideas previas (Cordero y Dumrauf, 2017). Según la CEPAL-ONU (2003), los problemas de hoy día deben estudiarse desde varias disciplinas, configurando equipos para obtener soluciones integrales. ya que como menciona García (2013) ninguna disciplina, por separado, puede dar resultados por sí mismas.

La interdisciplinariedad es esencial en el desarrollo científico actual (López, 2012), es una forma de avanzar en el conocimiento al momento de construir aprendizajes significativos, integrales y completos. En la naturaleza así como en el mundo los fenómenos se presentan de manera compleja, mezclados y relacionados con algo que los une y no clasificados y ordenados. El profesorado reconoce la importancia de propiciar actividades de tipo interdisciplinar (Zavala y Salinas, 2017).

Experiencias en nuestro país como las de Imbert et. al. (2017) denotan la inquietud desde la formación docente, sobre el abordaje interdisciplinar del conocimiento científico. Los autores plantean que la formación interdisciplinaria se centra en una lógica social, no siendo la interdisciplinariedad un fin, sino un medio para promover en los estudiantes aprendizajes significativos, desarrollando procesos cognitivos que permitan integrar saberes.

En Uruguay en el año 2016 el CES (a partir del año 2020 DGES) promueve el abordaje interdisciplinario de los contenidos a estudiar. Se implementan nuevas modalidades educativas en liceos de “Tiempo Completo”, de “Tiempo Extendido” y en aquellos que incorporan la “Propuesta 2016”, apostando al trabajo en duplas o tríos de docentes donde surgen con mayor relevancia la planificación, el trabajo en el aula y la evaluación. Recientemente en el año 2021 se instauran los centros educativos plan “María Espínola” (ANEP, 2020), los cuales presentan una propuesta de co-enseñanza conformando grupos de docentes que coordinan por áreas, lo que implica organizar los saberes en torno a sectores de asignaturas y en la modalidad de proyectos, con una apuesta a la interdisciplinariedad.

2.2. Conceptos claves.

En el presente trabajo de investigación, se propone analizar cómo favorecer el aprendizaje significativo de conceptos científicos en estudiantes de 2do año de bachillerato, a partir de sus ideas previas y el trabajo interdisciplinar como estrategias didácticas. En este apartado se presentan conceptos claves que permiten situar el problema dentro de un conjunto de conocimientos, con el fin de orientar la búsqueda y ofrecer una conceptualización adecuada de los términos que se utilizan. Se profundiza en el concepto de “ideas previas”, la influencia de las mismas en el proceso de enseñanza y aprendizaje con foco en química nuclear y radiactividad. Además se aborda la enseñanza interdisciplinaria, las estrategias didácticas y se presentan los programas oficiales vigentes Reformulación 2006 de 2do año de bachillerato de las asignaturas: Matemática, Física y Química.

2.2.1. Conocimientos previos vs. Ideas previas

Desde la época de Platón se considera que la ciencia no reside en las sensaciones, sino en el razonamiento sobre las sensaciones, lo que trasladado al campo de la pedagogía y de la educación, implica que el conocimiento es generado por la memoria y por la imaginación. Esto requiere elevarse al plano de la razón para llegar a la esencia de los objetos, lo cual sólo se alcanza con el pensamiento y el entendimiento, ascendiendo dialécticamente de lo sensible a lo inteligible. Por su parte la concepción constructivista del aprendizaje coloca al estudiante en el centro del proceso enseñanza y aprendizaje, siendo el individuo una construcción propia que se va produciendo día a día (Carretero y Voss, 1994). El aprender conlleva, por lo tanto, un esfuerzo por establecer relaciones entre el conocimiento que ya se tiene y la nueva información que presenta el profesor. Esto implica que el conocimiento en sí es una construcción que la persona realiza con los esquemas que ya posee, es decir, con lo que ya

construyó en su relación con el medio que le rodea (según Platón pasar de lo sensible a lo inteligible). Es así que los estudiantes llegan al aula con conocimientos adquiridos por medios formales o no formales de educación, que deben ser tenidos en cuenta por los educadores para potenciar los aprendizajes significativos.

Los conceptos en la mente de la gente y las relaciones entre ellos construyen una red de conocimiento o una construcción del conocimiento (Doymus et al.,1998). Estos conceptos, que están construyendo estructuras de conocimiento, son unidades de pensamiento abstracto. Los conocimientos previos son de gran importancia para la comprensión e incorporación de nueva información, pero existe una variable que influye poderosamente en el aprendizaje, que se ha denominado “ideas previas” que el alumno posee respecto a lo que va a aprender.

Los estudiantes tienen problemas en la comprensión de ciertos temas, y tienen conocimientos previos que contradicen los conocimientos aceptados por las sociedades científicas. Los conceptos emergentes en los estudiantes y sus diferencias respecto a los aceptados por los grupos científicos académicos, han sido mencionados en la literatura por diversos investigadores. En expresiones tales como: ideas intuitivas, ciencia de los niños, "*concepciones alternativas*" (Driver y Easley (1978) que después denominaron "*ideas de los niños*", "*razonamiento espontáneo*" por Saltiel y Viennot (1985), "*errores conceptuales*" por Helm (1980), "*representaciones de los alumnos*" según Osborne et al. (1983), simplemente "*representaciones*" para Giordan (1982), "*preconceptos*" McDremott (1984) y Duit (1984), "*concepciones ingenuas*" (Fensham, 1988), "*malas interpretaciones*" (Nakhleh y Krajcik, 1994), y "*conocimiento espontáneo*" (Treagust, 1988; Eryilmaz y Tatli, 1998). La utilización de tan variada gama de denominaciones no es un tema menor, ya que utilizar uno u otro nombre pone en evidencia la existencia de diferentes concepciones sobre una misma materia e importantes diferencias epistemológicas, algunas de las cuales resultan incluso contrapuestas. Para fines de la investigación presentada en esta tesis, se utiliza el concepto de "*ideas previas*" utilizado por diversos autores como Pozo (1996); Muñoz (2005); Porta (2007); Mora y Herrera (2008); Miño et al. (2013); Berlanas (2014); Corbelle y Dominguez (2016); Sanchez (2018).

¿Porqué “ideas previas”?

Según su etimología "*idea*" viene del latín «*idēa*» imagen, forma o apariencia y a su vez del griego «*ἰδέα*» (*idea*) con la misma acepción. Para la Real Academia Española (RAE) significa “conocimiento puro, racional, debido a las naturales condiciones del entendimiento humano”, “concepto, opinión o juicio formado de alguien o algo” así como “convicciones,

creencias, opiniones.” Es así que se entiende que una “*idea*” es un conocimiento aparente, puro, racional, elaborado a partir de convicciones, creencias, opiniones o juicios que una persona realiza sobre algo.

Según la bibliografía revisada, en el ámbito educativo se hace referencia al concepto “*idea previa*” al conocimiento que el alumnado posee en forma previa a los procesos de instrucción, para dar explicación a un suceso, es decir, dar respuesta a la necesidad de interpretar fenómenos naturales, ya que sea fundamental para la vida cotidiana, para mostrar cierta capacidad de comprensión, o para dar solución a un problema práctico (Pozo et al. 1989) y que surgen en la mente del sujeto por su interacción con el medio (Muñoz, 2005) y que se caracterizan por:

- Ser espontáneas, surgen en forma natural y a partir de la interacción de quien aprende, con el mundo y con la gente
- Ser construcciones personales, producto de la experiencia con el mundo y no a través de una escolaridad formal.
- Según el punto de vista formal de la ciencia son ideas incorrectas, sin embargo son verosímiles en un contexto cotidiano extraescolar.
- Estar implícitas en quien aprende.
- Se presentan en forma incoherente o contradictorias entre sí.
- Ser compartidas por personas muy diversas (edad, país, formación), a pesar de ser construcciones personales, cuestión que llega a trascender en el tiempo.
- Estar dominadas por la percepción, en general lo que se ve, es lo que se cree.
- Ser resistentes al cambio debido a que poseen el carácter de verdades indiscutibles, ya que están basadas en la epistemología del sentido común.

Es por lo anterior explicitado, se hace referencia en esta investigación el concepto “*ideas previas*” como aquellas ideas incorrectas (según el punto de vista formal de la ciencia) que posee una persona que va a aprender sobre un tema, surgen de su mente a partir de una construcción asociada a explicaciones causales, a esquemas relacionales y que son obstáculos para su aprendizaje.

Las ideas previas y el aprendizaje significativo

La valoración de las ideas previas permite acceder al conocimiento acerca de las concepciones con las que los estudiantes enfrentan el aprendizaje de los conocimientos

científicos, lo que lleva incorporado un problema de transformación conceptual, y pone de manifiesto el desafío de enfrentar los procesos de aprendizaje y en especial el de la didáctica (Gil y Guzmán, 1993). Su abordaje ha sido un acontecimiento importante en el desarrollo de la enseñanza de la ciencia, al proporcionar conocimiento acerca de las formas en que los estudiantes aprenden los conocimientos científicos en las aulas. Se ha puesto de manifiesto que el aprendizaje lleva implícito un problema de construcción y transformación conceptual ubicando al aprendiz en el eje del proceso de enseñanza y aprendizaje.

Los conceptos erróneos afectan al aprendizaje de los estudiantes negativamente (Andersson, 1986; Canpolat et al, 2004). La teoría del "constructivismo" describe cómo el individuo combina el conocimiento adquirido por él al interactuar con los acontecimientos y objetos que le rodeaban, con su conocimiento existente adquirido previamente a la construcción de la nueva información. Esto se basa fundamentalmente en la psicología cognitiva de Piaget (1991), la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel (2002), la teoría de la investigación de Bruner (2011), Posner et al. (1982) del cambio conceptual y la teoría de la interacción social de Johnson y Johnson (1999). Se puede decir que esta teoría se basa en el pragmatismo y el existencialismo desde el punto de vista de la filosofía y el progresismo y re-constructivismo desde el punto de vista de las filosofías de la educación. En otras palabras, el conocimiento adquirido por un estudiante en el aula depende de lo que aprendió antes antes de que llegue a la misma y aquel conocimiento proporcionado en la institución educativa. Por lo tanto, es imprescindible el análisis de los pre-conocimientos y las ideas previas de los estudiantes. Si su pre-conocimiento es falso, entonces el conocimiento actualmente aprendido será falso. Investigadores constructivistas sostienen que los docentes deben descubrir lo que saben sus estudiantes y luego, empezar a enseñar a un nuevo sujeto (Taber, 1995). De esta manera se favorecerá que el estudiante logre construir un aprendizaje significativo para él. Siempre que una persona intenta comprender algo necesita activar una idea o conocimiento anterior que utiliza para organizar y dar sentido a un nuevo conocimiento.

Son varias las fuentes que explican la existencia de las ideas previas, los especialistas han identificado dos grandes fuentes de origen. En primer lugar se sitúan aquellas generadas en forma directa en el sistema escolar formal, y se identifican como fuentes los libros de texto u otros materiales y/o recursos empleados al estudiar, la información entregada por los docentes, así como la interferencia del vocabulario científico, técnico y propio de cada disciplina en el lenguaje cotidiano (existen palabras que poseen un significado distinto según se trate de un escenario científico o coloquial). En segundo lugar, se sitúan aquellas cuyo

origen se encuentra en el mundo no escolar o contextual, en este caso se identifican como fuentes, las experiencias y observaciones de los propios sujetos respecto de la vida cotidiana, así como la cultura propia de cada grupo humano (creencias, usos costumbres y prácticas cotidianas), y la influencia de los medios de comunicación.

Para que se realice un aprendizaje significativo, es necesario que el alumno modifique sus modos de interpretar los fenómenos de acuerdo a sus necesidades de conocimiento, y a medida que se enfrenta con nuevas situaciones. Se entiende como aprendizaje significativo aquel en el cual el alumno manifiesta una disposición para relacionar sustancialmente el material nuevo con su estructura cognoscitiva, siendo este nuevo material que aprende potencialmente significativo para él y relacionable con su estructura de conocimiento, de modo intencional y no al pie de la letra (Ausubel, 1961).

El docente, por lo tanto, al asumir una actitud constructivista con respecto al aprendizaje podría conocer qué es lo que los alumnos ya saben respecto a los que se le va a enseñar, qué origen tienen sus ideas previas y qué dispositivos didácticos poner en práctica para utilizarlos en la construcción del nuevo conocimiento.

2.2.2 Aprendizaje de química nuclear y radiactividad

Una de las características del conocimiento científico es que el mundo es comprensible, y que las cosas y los acontecimientos en el universo ocurren en patrones consistentes que pueden comprenderse por medio del estudio cuidadoso y sistemático (Borda y Erazo, 2010). Por lo que el papel de la ciencia se define como “un proceso de producción de conocimientos que depende tanto de hacer observaciones cuidadosas de los fenómenos como de establecer teorías que les den “sentido”, y por otra parte, “las teorías científicas son el elemento más importante del conocimiento científico y desempeñan un papel central, vital, en el desarrollo de este conocimiento” (Duschl, 1997).

Los objetivos más específicos para la educación científica a lo largo de la escolarización y del aprendizaje, para la escuela secundaria según Lemke (2006) son por un lado abrir un camino potencial hacia las carreras de la ciencia y la tecnología, proveer información sobre la visión científica del mundo, comunicar algunos aspectos del rol de la ciencia y de la tecnología en la vida social así como ayudar a desarrollar habilidades de razonamiento lógico y complejo. Se promueve una comprensión de las ciencias como construcción humana, en un proceso de verdadera alfabetización científica (Jiménez-Liso y De Manuel, 2009). Esto solo es posible si

la ciencia se relaciona con la vida real y da respuesta a las necesidades e intereses de nuestros alumnos. Es lo que Caamaño (2011) entiende por contextualizar la ciencia.

Estudios que analizan ideas de los alumnos sobre radiactividad y energía nuclear manifiestan que éstos tienen conocimiento sobre aspectos sociales de dichos temas, aún sin haber recibido instrucción, las cuales provendrían de un contexto extraescolar. La mayoría de los estudiantes desconoce el concepto científicamente adecuado de radiación o posee un conocimiento fragmentado (Cornejo et al., 2010) y un alto porcentaje de alumnos relaciona la radiactividad con peligro o contaminación (De Posada y Prieto, 1999), (Miño et al., 2013), (Gutierrez et.al., 2000).

En general, dentro y fuera del sistema formal, las ideas presentes provocan opiniones negativas hacia el uso de la energía nuclear, que han dado lugar a estudios sobre “cambio de actitudes hacia la energía nuclear”, cuando se materializan acciones educativas dentro del marco que brinda una propuesta de enseñanza basada esencialmente en la utilización de mensajes persuasivos (Raviolo et al., 1997). Por otra parte, estudios como los de Cornejo et al. (2010) enfocados en la opinión de los estudiantes sobre la utilización de las radiaciones ionizantes en el ámbito médico muestran que la gran mayoría (97%) considera que las radiaciones tienen influencia sobre la salud y la calidad de vida. El 40% de los estudiantes confía explícitamente en los procedimientos médicos que emplean radiación, consideran que las técnicas de diagnóstico por imágenes son seguras por el simple hecho de efectuarse en instituciones reconocidas por profesionales habilitados y confían en el hecho de que por la utilización de dosis bajas no existen riesgos asociados a esta práctica. Por lo que se podría inferir que cómo se presente el tema y el enfoque que el docente proponga será la opinión (positiva o negativa) que el estudiante se forme sobre un tema científico en particular.

La radiactividad presenta dificultades específicas de enseñanza y aprendizaje. Como señalan Boyes y Stanisstreet (1994) tomado de Corbelle y Dominguez (2015) la radiactividad es un fenómeno que no es percibido por nuestros sentidos y tiene una naturaleza abstracta, algunos aspectos tienen naturaleza estocástica como el proceso de decaimiento radiactivo o el efecto de la radiación ionizante sobre el tejido biológico y la influencia de los medios de comunicación usando un lenguaje poco riguroso, pueden inducir ideas erróneas.

Experiencias de enseñanza sobre la estructura del átomo permiten observar que es fundamental la explicitación y problematización de los supuestos de los alumnos para realizar un cambio conceptual (cambio de ideas previas) y acercarse a un aprendizaje significativo (Aduriz - Bravo et al., 1997). Un alto porcentaje de estudiantes concibe al átomo según el

modelo de Rutherford, como un sistema solar en miniatura con los electrones describiendo trayectorias elípticas girando en torno al núcleo (Miño et al., 2013) Los estudiantes asocian las radiaciones con el medio ambiente, pero pocos hacen referencia a la estructura atómica de la materia (Cornejo et al., 2010).

Durante la búsqueda bibliográfica para esta investigación se encontraron publicaciones sobre propuestas de diseños de actividades educativas tanto en revistas de divulgación (Lavín y Mínguez, 2017), (Esteban y Pérez, 2012) así como en congresos de didáctica de las ciencias lo que demuestra el gran interés y preocupación de los docentes en buscar estrategias de enseñanza que promuevan un aprendizaje significativo de este tema en sus estudiantes. La radiactividad es, en definitiva, un tema cargado de sentimientos como miedo o desconfianza y un adecuado tratamiento didáctico podría ayudar a comprender y valorar los riesgos asociados con ella (Corbelle y Dominguez, 2015). En Uruguay las docentes Nervenis e Ibarrondo (2018) presentan una propuesta abordada mediante un ejercicio hipotético desde dos campos disciplinares, la Química y la Sociología, en el marco del Posgrado en Didáctica de la Enseñanza Media. Esta estrategia didáctica de abordaje interdisciplinario en el cual se trabajan contenidos desde la visión global de dos o más disciplinas, podría favorecer el aprendizaje significativo con un enfoque integral del conocimiento científico que sea contextualizado y relevante para el estudiante.

El estudiante al construir su conocimiento a partir de la integración de varias disciplinas adquiere un aprendizaje significativo del mundo que lo rodea.

2.2.3. Integración de varias disciplinas: Multidisciplinariedad - Interdisciplinariedad - Transdisciplinariedad.

La ausencia de vinculación y contextualización de los contenidos curriculares ha influido de manera importante en el actual desinterés que presentan los estudiantes, en particular por las ciencias naturales (Solbes et al., 2013; Méndez-Coca, 2015). Aprender sobre ciencias no implica un desafío intelectual para el estudiante, sino un ejercicio de memorización con actividades que no tienen relación con la vida cotidiana, donde los ejercicios de observación y pensamiento crítico fundamentales para su desarrollo han sido prácticamente eliminados de las tareas escolares (Santos e Infante-Malachias, 2008; Infante-Malachias, 2011). En la actualidad, la sociedad se enfrenta a problemáticas de grandes dimensiones que, en búsqueda de soluciones, se exige reflexión y elaboración de propuestas alternativas a partir de diferentes disciplinas (García, 2013). La creciente necesidad de lo que se llamó la “*colaboración disciplinaria*” puede ser de varios tipos, como se presentan a continuación.

El concepto de disciplina

Para analizar los conceptos “*multidisciplinariedad*”, “*interdisciplinariedad*”, y “*transdisciplinariedad*” como posibilidades de “*colaboración disciplinaria*” se considera pertinente primero definir el término “*disciplina*” en el ámbito académico.

La disciplina en el ámbito académico es una manera de organizar y delimitar un área de trabajo, de concentrar la investigación y las experiencias dentro de un determinado ángulo de visión. De ahí que cada disciplina nos ofrezca una imagen particular de la realidad, o sea, de aquella parte que entra en el ángulo de su objetivo (Torres, 1994). Según Wallerstein (1990), las disciplinas son “agrupaciones intelectualmente coherentes de objetos de estudio distintos entre sí”. Por otra parte, el término “*disciplina académica*” como término técnico se usa para nombrar la organización del aprendizaje y la producción sistemática de nuevos conocimientos (González, 2019).

Una de las críticas que recibe el trabajar los contenidos desde una mirada disciplinar es que la realidad que se ofrece en forma de asignaturas tiende a mostrar al mundo como algo ahistórico, inevitable, sin actores que participen en su configuración. (Popkewitz, 1994). Por lo que las disciplinas académicas pueden ser vistas como una forma particular de división del trabajo y como un aspecto de la profesionalización de la ciencia. Poseen las principales características de otras profesiones (González, 2019) entre las cuales se encuentran la autonomía en la capacitación y certificación de la competencia profesional, distinto conjunto de conocimientos y destrezas institucionalizados en un currículum, una propia ética profesional y una comunidad que cultiva habitus profesionales distintos.

Colaboración disciplinaria

Chacón et al. (2012) proponen que los docentes en sus prácticas de enseñanza pongan el foco en la integración de las diversas disciplinas, para permitir que los estudiantes puedan construir interrelaciones y comprender la realidad en su carácter multidimensional y complejo. La complejidad de los fenómenos obliga a la utilización de análisis integrados en los cuales se consideren las múltiples dimensiones e informaciones de manera interrelacionada que permita modelar y comprenderlos en su totalidad.

Delgado (2009) menciona que la permeabilidad de las disciplinas permite la interrelación entre ellas y como consecuencia se produce la integración de los saberes, con nuevos

conocimientos, métodos, técnicas, y procedimientos que requieren, a su vez, nuevas actitudes y habilidades en el ser humano.

Cuando se analizan distintas posiciones teóricas de colaboración disciplinaria hay coincidencia en señalar tres niveles básicos de vinculación: la multidisciplinariedad como el nivel más bajo de relación y la transdisciplinariedad como el superior, situándose equidistantemente entre estos dos polos la interdisciplinariedad (Lazo, 2011; Perera, 2000). Aunque, se está consciente de la existencia de otras modalidades de integración de saberes (Interdisciplinariedad, pluridisciplinariedad y disciplinariedad cruzada) considerando los fines del presente trabajo y del enfoque que se está presentando no se consideran como ejes de referencia y de análisis comparativo.

En el siguiente cuadro comparativo (Tabla N° 1) se presentan las principales características entre trabajo multidisciplinario, interdisciplinario y transdisciplinario.

Tabla 1: Comparación entre trabajo multidisciplinario, interdisciplinario y transdisciplinario

Multidisciplinario	Interdisciplinario	Transdisciplinario
Trabajar con Varias Disciplinas	Trabajando entre diferentes Disciplinas	Trabajando a través de y más allá de varias disciplinas
Involucra a más de dos disciplinas participantes	Involucra a dos disciplinas (por ejemplo, se centra en la acción recíproca de las disciplinas)	Involucra a los científicos de disciplinas pertinentes, así como las partes interesadas que no son científicos y los no científicos
Miembros de diferentes disciplinas trabajan de forma independiente en diferentes aspectos de un proyecto.	Miembros de diferentes disciplinas que trabajan juntos en el mismo proyecto.	Miembros de diferentes disciplinas trabajan juntos usando un marco conceptual compartido, objetivos y habilidades. Los participantes tienen roles distintos y un rol de expansión
Metas individuales en diferentes profesiones	Metas compartidas	Objetivos comunes y destrezas compartidas
Los participantes tienen funciones separadas pero interrelacionadas	Los participantes tienen funciones comunes	Los participantes tienen un rol libre y de desarrollo
Los participantes mantienen sus propias funciones disciplinarias	Los participantes entregan algunos aspectos de su propia función disciplinaria; pero aún mantienen una base de su disciplina específica .	Los participantes desarrollan un marco conceptual compartido, que unen las bases a su disciplina específica
No se cuestionan las fronteras disciplinarias	Desaparición de las fronteras disciplinarias	Trascender los límites de la disciplina
Suma y yuxtaposición de disciplinas	Integración y síntesis de disciplinas	Integración, fusión, asimilación, incorporación y armonía de las disciplinas.
Aditivo, integrativa, Colaborativa	Interactiva, Integrativa y Colaborativa	Holístico, trascendental, integrativa, y colaborativa
Gráficamente análoga a dos círculos totalmente separadas	Gráficamente análoga a dos círculos que se superponen parcialmente	Gráficamente análogo a un tercer círculo que cubre dos círculos que se superponen parcialmente
Coherencia externa (por ejemplo, motivados por un deseo de centrarse en las necesidades de los clientes)	Coherencia interna (por ejemplo, motivados por un deseo de centrarse en las necesidades del equipo)	
Los participantes aprenden el uno del otro.	Los participantes aprenden sobre ellos y entre sí	
Metodologías separadas.	Metodologías comunes.	
Instrumental; uso del conocimiento o de perspectivas complementarias para hacer frente a una pregunta.	Epistemológica; creación de nuevos conocimientos o perspectiva, incluso nuevas disciplinas.	
El resultado es la suma de las partes individuales	El resultado es más que la suma de las partes individuales	

Fuente: Choi y Pak, 2006- Extraído de Henao et al. (2017) p. 185

Como se observa en la Tabla N° 1 en el trabajo multidisciplinario existen elementos relacionados con la presencia de varias disciplinas, con un objetivo en común pero con independencia metodológica, conceptual y epistemológica. Las disciplinas participan independientemente en la resolución de un problema, dando su aporte y enfoque particular, sin interactuar o modificarse. En el otro extremo el trabajo transdisciplinario se presenta trascendiendo las reciprocidades entre los proyectos específicos, hay relación en un sistema global donde las fronteras disciplinares deben romperse. Esta modalidad de trabajo supone un gran compromiso por parte de docentes y estudiantes, el comportamiento grupal e individual se da en función del logro de los objetivos y requiere de un trabajo dinámico, crítico y con una elevada capacidad de flexibilizar.

Si bien la transdisciplinariedad se sitúa en un plano epistemológico superior al abordaje interdisciplinario, por representar el nivel más alto de integración de los saberes, en el ámbito educativo es más viable iniciar el tránsito a través de un trabajo interdisciplinario y no tanto transdisciplinario. En donde el docente a partir de su disciplina busca relaciones dinámicas y estructurantes de cooperación, contribución, permeabilidad, relación de integración e integralidad con otras disciplinas y con los problemas sociales de su contexto educativo.

Por lo antes expuesto en la presente investigación se hace foco en el abordaje interdisciplinario como estrategia didáctica que permita favorecer el aprendizaje significativo a partir de las ideas previas de los estudiantes.

Estrategia didáctica

Para la RAE “estrategia” es un proceso regulable, un conjunto de reglas que buscan una decisión óptima en cada momento. Mientras que para la Didáctica es el “Arte de enseñar” y proviene del griego didaskein que significa enseñar, instruir, explicar, hacer, saber, demostrar. La etimología griega pasó al latín, en la voz discere y docere que significan, respectivamente, aprender y enseñar (Casasola, 2020). Siendo la didáctica la rama de la pedagogía encargada de buscar métodos y técnicas para mejorar la enseñanza, “definiendo las pautas para conseguir que los conocimientos lleguen de una forma más eficaz a los educados” (Pérez y Gardey, 2008).

Según Ferreiro (2012), las estrategias:

“son un componente esencial del proceso de enseñanza aprendizaje. Permiten la realización de una tarea con la calidad requerida debido a la flexibilidad y

adaptabilidad a las condiciones existentes. Facilitan la confrontación (interactividad) del sujeto que aprende con objeto de conocimiento, y la relación de ayuda y cooperación con otros colegas durante el proceso de aprendizaje. Orientan la actividad psíquica del alumno para que aprenda significativamente”

Se entiende por lo tanto como lo indica Azahares (2020), que las estrategias didácticas “son las secuencias integradas, más o menos extensas y complejas de acciones y procedimientos seleccionados y organizados que, atendiendo a los componentes del proceso, persiguen fines educativos propuestos”. La aplicación eficaz de estrategias didácticas permite clases dinámicas, con alto nivel de atención que transforman la manera en cómo los estudiantes incorporan los aprendizajes mejorando su desempeño académico y el desarrollo integral (Mediavilla, 2020).

Es necesario por lo tanto, que los docentes utilicen estrategias didácticas que no fomenten el aprendizaje memorístico de contenidos desarticulados, sino que por el contrario promuevan el desarrollo de un saber con base en conocimientos disciplinares sólidos. En este trabajo se propone como estrategia identificar las ideas previas de los estudiantes. Como menciona Díaz Barriga y Hernández (2010) resulta fundamental para el aprendizaje ya que “su activación sirve en un doble sentido: para conocer lo que saben sus alumnos y para utilizar tal conocimiento como base para promover nuevos aprendizajes”. Una opción de cómo abordar las ideas previas detectadas es hacerlo desde los aportes de varias disciplinas que permitan la interrelación de los conocimientos en forma interdisciplinaria.

Interdisciplinarietà

Para la RAE la “*interdisciplinarietà*” es la cualidad de “*interdisciplinario*”. Interdisciplinario/ría: dicho de un estudio o de otra actividad que se realiza con la cooperación de varias disciplinas. Interdisciplinar, adj. interdisciplinario.

En la literatura se encuentran diferentes definiciones de interdisciplinarietà y cada una de ellas asume las especificidades del contexto en que son usadas (Lattuca, 2001). A juicio de Torres (1996), es la elaboración de marcos conceptuales más generales, en los cuales las distintas disciplinas en contacto se modifican y pasan a depender unas de otras. Mientras que Posada (2004), la define como el segundo nivel de integración disciplinar, ya que la cooperación entre disciplinas conlleva interacciones reales de reciprocidad en los intercambios lo que promueve un enriquecimiento mutuo. La interdisciplinarietà también puede ser vista como una estrategia en la cual interaccionan varias disciplinas, lo que implica

el diálogo y la colaboración entre ellas para lograr la meta de un nuevo conocimiento (Van del Linde, 2007; Espinosa, 2018; Acivar- Alcivar y Zambrano -Montes, 2021).

De estas definiciones y del cuadro presentado en la Tabla N° 1 surgen aspectos coincidentes, sobre el significado de interdisciplinariedad, tales como:

- que está presente una interacción de varias disciplinas,
- se da una integración disciplinar,
- hay aproximación unitaria a cualquier tipo de conocimiento,
- subsiste la cooperación entre disciplinas.
- no niega las disciplinas, sino que se relaciona dialécticamente con ellas.

Los planteamientos interdisciplinarios surgen y se desarrollan apoyándose en las disciplinas, y la interdisciplinariedad será más rica cuanto más se enriquezcan las disciplinas y éstas a su vez, se enriquecen a través del contacto interdisciplinario entre ellas (Perera, 2009; Llano et al., 2016). En el ámbito de la educación esto es posible si: el docente propone temas del currículo con situaciones contextualizadas, orienta a los alumnos a que exploren, indaguen y construyan aprendizajes significativos, y planifica interdisciplinariamente con sus colegas del mismo nivel educativo en el cual está trabajando.

La interdisciplinariedad en el ámbito educativo y más específicamente su importancia en la enseñanza de las ciencias se tratan a continuación.

2.2.4. Interdisciplinariedad en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias

En este trabajo se aborda el aprendizaje de Química Nuclear y Radiactividad, temática presente en el programa oficial de la asignatura Química del Plan Reformulación 2006 de educación secundaria para la opción biológica de 2do año de bachillerato. Un problema recurrente e importante en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en la educación secundaria es el fraccionamiento del conocimiento científico lo que dificulta la alfabetización científica, y por consiguiente impide que se puedan trasladar los conocimientos aprendidos entre las disciplinas. Es así que para indagar sobre la posibilidad de proporcionar a los alumnos una educación interdisciplinaria en este tema se toman como ejemplo la Química, Física y Matemática por estar relacionadas a la temática y presentes en el plan de estudios de los estudiantes participantes del presente trabajo.

Según el diseño curricular uruguayo los alumnos por un lado “estudian” Química, por otro Física y por otro Matemáticas, lo que ha dificultado la comprensión del tema y la relación que puedan hacer entre las disciplinas, provocando muchas veces el fracaso en el aprendizaje. Según Reyes y Furió (1988) las causas que alegan los profesores para explicar el alto

porcentaje de fracaso en los temas de Física y Química es generalmente la falta de conocimientos teóricos y de dominio de técnicas. Una posible causa podría ser que los alumnos no son conscientes de que no están utilizando diferentes ideas para interpretar situaciones que (desde el punto de vista de la ciencia) son similares.

Esto nos lleva a que para que se dé un uso comprensivo del conocimiento científico es necesario que el estudiante a partir del conocimiento adquirido en las diferentes disciplinas desarrolle la capacidad de comprender y usar conceptos, teorías y modelos en la solución de problemas. En la educación media los estudiantes proyectan su futuro inmediato en el ámbito académico – profesional y en esta etapa se definen sus habilidades y competencias por lo que es necesario que los jóvenes encuentren la utilidad y aplicabilidad de los conocimientos en todos los ámbitos de su vida académica y personal. El ciudadano del siglo XXI tiene que formarse en una serie de competencias generales y específicas que lo capaciten para afrontar cuestiones de interés público, que requerirán un elevado nivel de información científica para integrarse a un mercado laboral muy competitivo. Es tarea de los docentes por lo tanto propiciar un proceso de enseñanza y aprendizaje que favorezca el pensamiento crítico, la toma de decisiones, y la responsabilidad social del estudiantado.

Relación entre Química , Física y Matemáticas

La cuantificación de las propiedades es lo que en la historia marcó la transformación de la Alquimia, en una disciplina científica, dando lugar al nacimiento de la Química. El progreso de la Química en el siglo XXI que ha permitido el establecimiento de nuevas teorías y la solución de los problemas emergentes de ella, se ha dado por la provechosa relación que se estableció con la matemática y la necesidad de determinar relaciones cuantitativas entre variables químicas, aplicando para ello conocimientos matemáticos.

En la actualidad los estudiantes no logran, muchas veces, despejar una incógnita en un problema químico (Jaramillo y Ruiz, 2017). Sin embargo, si la variable que se busca se designa con la letra x (la cual suele caracterizar a las incógnitas en los cursos de matemática) llegan a resultados correctos. Si bien aprenden matemáticas desde el comienzo de su escolarización ya que en los cursos de educación primaria se enseña a contar, a realizar cálculos de complejidad creciente, a relacionar variables, etc., cuando llegan a las aulas de educación media tienen dificultades con los cálculos en las clases de Química y Física. Esto indicaría que no ha habido una construcción del conocimiento matemático que posibilite transferirlo a otro dominio o campo de conocimiento, por lo que no se logra hacer las transiciones de conceptos que se requieren entre las matemáticas y las ciencias (Rivera et al.,

2019). Las dificultades vinculadas con aspectos cuantitativos parecen estar relacionadas con la forma en cómo se estructura el conocimiento, en el marco de las teorías implícitas que emplean los alumnos. Según Pozo y Gómez (1998) “la comprensión de la ciencia implica el uso combinado de tres esquemas de cuantificación: la proporción, la probabilidad y la correlación”.

En los cursos de Química se les plantea a los alumnos problemas de la vida real que deben atender desde las diferentes disciplinas como lo manifiestan los siguientes autores:

Aunque el estudiante domine el proceso algorítmico, se le hace difícil poder extraer la información de la situación planteada verbalmente, tomar decisiones acerca de lo que es o no relevante y hacer la conexión directa entre los datos que tiene y lo que se le pregunta en una situación en particular. (Rivera et al., 2019)

El tratamiento de la información, tanto aportada por un problema cómo requerida para resolverlo, está en relación directa con las estructuras cognitivas de quien las resuelve. Cuando estas no son suficientes, o no es posible acceder a ellas, se producirá el fracaso. La incapacidad de trasladar ideas y el uso de conocimientos adquiridos en contextos diferentes, generan dificultades propias del aprendizaje, necesitando un cambio conceptual (González et al., 2001)

Con una educación interdisciplinar el estudiante se formará desarrollando competencias básicas (base para el desarrollo de las disciplinas) que utilizará tanto en su vida académica, personal como en un futuro inmediato en el ámbito laboral y profesional. En palabras de Boix-Mansilla (2010), “el aprendizaje interdisciplinario generalmente se define como el proceso mediante el cual los alumnos llegan a comprender conjuntos de conocimientos y modos de pensar de dos o más disciplinas o grupos de asignaturas y los integran para lograr una nueva comprensión”.

Un posible abordaje interdisciplinario de Química Nuclear y Radiactividad es considerando las disciplinas Química, Física y Matemáticas. La Química y la Física son ramas de la ciencia que estudian la materia y que se diferencian en su ámbito y su enfoque. La división entre ellas se generaliza en las muchas ramas que pueden surgir a partir de ambas, como es el caso de la Física / Química nuclear. Como disciplinas “hermanas” muchas veces se dificulta incluso plantear un límite entre ellas. La destacada relación entre estas tres disciplinas se pueden observar incluso cuando en el año 1998 el Premio Nobel de Química fue otorgado a

Walter Kohn (1923- 2016) por su desarrollo de la “*teoría del funcional de la densidad*” que hizo posible aplicar la complicada matemática de la mecánica cuántica a la descripción y análisis del enlace químico entre átomos. Este reconocimiento lo compartió con John A. Pople, por su contribución a los “*métodos computacionales en la química cuántica*”. Kohn se graduó en Matemáticas y Física (1945), realizó una especialidad en matemática aplicada (1946) y se doctoró en física por la Universidad de Harvard en 1948. Pople por su parte se graduó en matemáticas en 1946 y se doctoró en química en 1951. Entonces, los laureados en 1998 en Química son, por su educación formal, químicos, físicos y matemáticos

Desde el punto de vista de la educación que se les pueda brindar a los estudiantes lo anteriormente descrito propone que una educación interdisciplinaria permite que docentes presenten a los estudiantes una visión global de un problema, con un formato más integral, profundo y detallado, que potencie el aprendizaje significativo.

Cuando se habla de la necesidad de un proceso docente educativo con enfoque interdisciplinario e integrador, se está hablando de la necesidad de integrar toda la experiencia cognoscitiva acumulada, estableciendo nexos y relaciones entre los contenidos de las diferentes disciplinas, los hábitos, habilidades, normas de conductas, sentimientos y valores humanos en general. (Espinosa, 2018, p. 80)

En palabras de Ander - Egg (1994) la “*interdisciplinarietà*” es una “puesta en común y de intercambio entre diferentes disciplinas” (citado en CES, 2016). El autor además plantea que la interdisciplinarietà es “una forma de predisposición por tender hacia la unidad del saber habida cuenta de la complejidad de la realidad como la totalidad” y propone que se deben dar un conjunto de condicionantes para que sea posible la interdisciplinarietà como práctica educativa (Tabla N°2).

Tabla 2: *Condiciones para la interdisciplinariedad*

CONDICIONANTES	
1	Que cada profesor participante tenga una “buena” (o al menos aceptable) formación en su disciplina
2	Que todos los docentes tengan un real interés para llevar a cabo una tarea interdisciplinaria, y no tan solo por cumplir una formalidad que les viene impuesta, ya sea por otros colegas o por la dirección del instituto, colegio o escuela
3	Que los alumnos se encuentren motivados para realizar un trabajo de esta naturaleza
4	Que todos los profesores interioricen todos aquellos aspectos sustanciales que comportan una concepción y enfoque interdisciplinario
5	Que como tarea previa se elabore un marco referencial en el que se integren, organicen y articulen los aspectos fragmentarios que han sido considerados desde cada una de las asignaturas/disciplinas implicadas
6	Que se trabaje con un marco referencial que sea el encuadramiento de la estrategia pedagógica que ha de permitir una adecuada coordinación y articulación de los trabajos puntuales que se realizan en cada asignatura
7	Que se elija un tema que, por su naturaleza, se preste para la realización de un trabajo interdisciplinar de carácter pedagógico, habida cuenta de que profesores y alumnos no son científicos, sino educadores y educandos
8	Que no se parta del supuesto de que hay que integrar todas las asignaturas, sino solo aquellas que puedan aportar de manera significativa al tema o problema escogido como objeto de estudio
9	Que se comience la actividad con una lectura, comentario y discusión del marco referencial para tener una visión de conjunto del trabajo y para compartir un enfoque común
10	Que, conjuntamente, y en el momento en que los profesores van haciendo los aportes específicos de sus respectivas disciplinas, ir perfilando los grupos de alumnos que han de trabajar en profundidad temas concretos y puntuales; los grupos de trabajo definitivos se han de constituir conforme a los intereses y capacidades de los alumnos, una vez que se haya realizado un cierto desarrollo del tema
11	Que se realicen los montajes necesarios para la presentación de los resultados del trabajo interdisciplinar, lo que comporta desde la confección de las hojas informativas y carteles hasta el acondicionamiento del local y la organización de los montajes que fuesen necesarios, procurando un carácter unitario y un orden lógico
12	Que se lleve a cabo la presentación del tema o problema estudiado interdisciplinariamente

Nota: Ander- Egg, E. (1994). Extraído de “Interdisciplinariedad y co enseñanza: Aportes para la reflexión y la implementación en aulas de enseñanza media.” Dirección de planeamiento y evaluación educativa. (CES, 2016).

Mientras que en las disciplinas se despliega un conjunto de contenidos relacionados con ese campo del saber, en la interdisciplinariedad aparecen ejes temáticos y nudos bien estructurados, así como también embrionarios nódulos conceptuales relacionados con problemas del entorno y del contexto que requieren un entendimiento, abordaje y tratamiento sistémico (Delgado, 2009).

En la formación científica (Alvarez, 2001) la interdisciplinariedad persigue contribuir a la cultura integral del alumno, desarrollar en ellos un pensamiento humanista y científico que

les permita adaptarse a los cambios de contexto y abordar problemas sociales desde la óptica de varias disciplinas lo que posibilita asumir actitudes críticas y responsables ante las políticas sociales, científicas y tecnológicas que los afecten.

En este estudio se interviene en los grupos de estudio con un taller que es diseñado y aplicado desde un enfoque interdisciplinario. Una metodología que ya Ander Egg en el año 1994 plantea utilizar como una alternativa pedagógica no excluyente de otras. Con un abordaje globalizante para adquirir el conocimiento de un tema desde múltiples perspectivas estableciendo relaciones con lo que ya se sabe e integrando nuevos conocimientos “significativos”. El abordaje interdisciplinario por lo tanto contribuye a que el estudiante adquiera el conocimiento de conceptos científicos desde una visión holística de los fenómenos y no de manera compartimentada.

Surge entonces la interrogante sobre si el trabajo en el aula desde un abordaje interdisciplinario está condicionado por el diseño del currículo. Es así que surge la necesidad de hacer un análisis y revisión de los programas de asignaturas. En el punto siguiente se realiza una revisión de los programas oficiales Reformulación 2006 opción biológica de la educación secundaria uruguaya, de las asignaturas Química, Física y Matemáticas involucradas en este estudio y su relación con la interdisciplinariedad.

2.2.5 Programas oficiales del CES de Química - Física y Matemáticas opción biológica.

La estructura de cada asignatura, área o módulo, establecen los programas de estudio, que son las herramientas guían el trabajo docente. Su estructura tiene una finalidad, intencionalidad y forma de llevarlos adelante que emanan tanto de la fundamentación del currículo, como de los planes de estudio dentro de los cuales se sitúan.

Según la Universidad de Las Américas de Chile (2015) el programa de asignatura es “*el instrumento curricular dirigido a docentes, ayudantes y estudiantes, que brinda orientaciones específicas para implementar cada asignatura de una carrera dentro y fuera de la sala de clases*” y es diseñado acorde a resultados de aprendizaje: “conocimientos, destrezas y habilidades, actitudes y valores que el estudiante debe saber y dominar al finalizar una determinada materia”.

En general pueden organizarse de la siguiente manera: introducción o justificación del curso, objetivos generales, aspectos didácticos, temáticas de las unidades y metodología del trabajo.

Luego se desarrolla cada una de las unidades que componen el total del curso, que pueden contener: una descripción de la unidad, el objetivo general y los específicos, contenidos, actividades de aprendizaje, evaluación y la bibliografía sugerida para docentes y para estudiantes.

Breve descripción de los programas de Física Química y Matemática opción biológica.

El programa de la asignatura Química, de 2do año de bachillerato (Plan Reformulación 2006) de la DGES (Anexo 5) se organiza de la siguiente manera: fundamentación, objetivos generales, aspectos didácticos, consideraciones preliminares para cada módulo, descripción de cada módulo (objetivo general, objetivos específicos, contenidos mínimos, contenidos de profundización, contenidos de profundización), consideraciones sobre la evaluación, propuesta del curso práctico, bibliografía sugerida para docentes y para estudiantes.

El programa de Física de 2do año de Bachillerato, opción biológica (Plan Reformulación 2006) de la DGES (Anexo 5) se organiza de la siguiente manera: fundamentación, orientaciones sobre la enseñanza, orientaciones para las actividades de laboratorio, orientaciones para la resolución de problemas, orientaciones para la evaluación, contenidos básicos esenciales por módulo, bibliografía recomendada para el docente y para los estudiantes.

Mientras que en el programa de Matemáticas de 2do año de bachillerato (Plan Reformulación 2006) de la DGES (Anexo 5) se organiza de la siguiente forma: introducción, módulos con breve orientación con consideraciones instrumentalistas de los temas a trabajar y bibliografía sugerida para el alumno.

Estructura de los programas de asignatura y la relación con la interdisciplinariedad

Como se mencionó anteriormente el programa de una asignatura establece cómo se tiene que ejecutar el currículum y en su elaboración “no se puede considerar como un documento aislado, él debe estar articulado con el perfil del egresado, los objetivos curriculares y las otras asignaturas, módulos o bloques de la carrera dentro de la que se adscribe la asignatura objeto del programa” (Barboza, 2003) . Teniendo en cuenta esto el programa debería estar pensado, estructurado y elaborado lo suficientemente flexible para que permitiera al docente abordarlo en relación con otros campos del saber, desde la interdisciplina y en un formato de co enseñanza.

Las asignaturas de toda malla curricular deben apuntar a una serie de aprendizajes que, en su conjunto y una vez logrados, permitan a los estudiantes alcanzar los resultados de aprendizaje descritos en el perfil de egreso. Por tanto, es clave que las metas que se espera que los estudiantes alcancen en cada asignatura tributen claramente al logro del perfil de egreso de la carrera que estudian. (Universidad de Las Américas, Guía para elaborar y usar Programas de Asignatura, 2015)

El papel que adoptan los programas de asignaturas en el entramado y la definición de las líneas de acción de la enseñanza de las ciencias es fundamental desde la perspectiva de la enseñanza interdisciplinar. En nuestro país existen estudios que han realizado un acercamiento al trabajo interdisciplinario abordando temas puntuales de los programas de educación media y media superior que se pueden trabajar desde dos o más asignaturas. Tal es el caso del estudio de Imbert et al. (2017) realizado con estudiantes de didáctica del Centro Regional de Profesores del Centro (CeRP del Centro) en el cual lograron desde la docencia compartida articular desde la planificación, implementación y evaluación: Inglés-Biología (segundo año de educación media), Literatura - Biología (tercer año de Ciclo Básico), Matemática- Biología e Inglés - Biología (primer año de bachillerato) y Química - Biología (tercer año de bachillerato)

Desde una función didáctica que vincula la pregunta ¿cómo enseñar? con la fuente psicológica ¿cómo se aprende?, se sustenta la concepción de aprendizaje, que en los programas va a establecer las formas de enseñar. La decisión que el docente tome para promover el aprendizaje en los estudiantes, determina por lo tanto, la noción que se tiene de los procesos de enseñanza y aprendizaje. En los programas de las distintas asignaturas es fundamental que estén implícitas como enseñar pero también una orientación al docente de cómo integrar y relacionar de diferentes áreas del saber, partiendo de lo que los estudiantes saben para construir un aprendizaje significativo y lograr el desarrollo de la aplicación de lo que se aprende desde diferentes áreas del conocimiento.

2. METODOLOGÍA

La presente investigación de corte descriptivo - interpretativo, se enfocó en caracterizar el escenario teórico y empírico recolectando información que permitió establecer relaciones establecidas en el problema. Se centró en evaluar cómo se podrían favorecer los aprendizajes de conceptos científicos teniendo en cuenta las ideas previas de los estudiantes, y el abordaje interdisciplinario como estrategias didácticas. Para ello se identificaron las ideas previas de los estudiantes adquiridas por medios formales o no formales de aprendizaje sobre Química Nuclear y Radiactividad. Se determinó si la intervención con un taller provocaba un cambio en las respuestas de las ideas previas detectadas en los estudiantes. Por otra parte se identificó a través de la opinión de los docentes los aspectos que podrían influir en el abordaje interdisciplinario como estrategia didáctica al considerar las ideas previas de los estudiantes. Finalmente se analizó cómo se relacionan los conceptos necesarios para el aprendizaje de Química Nuclear y Radioactividad en los programas oficiales de 2do año de bachillerato opción biológica de la DGES (ex CES) desde la perspectiva de la enseñanza interdisciplinaria.

Se trató de un análisis de casos, dado que se centra en el estudio holístico del fenómeno, dentro de un contexto real, que requirió de múltiples fuentes de información (Hernández et al., 2014). Durante todo el proceso se recogieron datos que fueron insumos para realizar una evaluación de la problemática, llegando a conclusiones a partir de las observaciones y de los datos obtenidos. Esta propuesta metodológica permite un acercamiento a la realidad social, específicamente al fenómeno educativo, definido como multideterminado, complejo, holístico y heterogéneo, que se concretó con el acercamiento a la realidad por investigar y al propio estilo de construcción del conocimiento.

El diseño de investigación es mixto (cualitativo-cuantitativo) del tipo exploratorio (Hernández et al., 2014) con énfasis en la metodología cualitativa. Para el abordaje del problema sobre las ideas previas de los estudiantes se recurrió a un diseño cuantitativo cuasi experimental. Para identificar los aspectos que influyen en el trabajo interdisciplinario docente, y analizar cómo se relacionan los conceptos necesarios en el aprendizaje de Química Nuclear y Radioactividad en los programas oficiales de la DGES desde la perspectiva de la enseñanza interdisciplinaria se presenta un diseño netamente cualitativo, el cual posibilita un acercamiento al problema teniendo en cuenta sus complejidades. Este enfoque mixto que

tiene presente varias fuentes y tipos de datos con un análisis integral de los mismos, permitió un abordaje holístico de la realidad estudiada a través del análisis de la información recogida.

Para acceder a los grupos de estudio se solicitó la autorización del entonces CES (Resolución en Anexo N° 9), a las direcciones de los centros educativos y a los docentes. Los grupos de estudiantes asistían al liceo departamental N°1 Instituto Manuel Oribe de la ciudad de Florida y al liceo Faustino Harrison de la ciudad de Sarandí Grande, ambos centros ubicados en el departamento de Florida y dependientes de la DGES. Los datos fueron recabados con grupos de estudiantes que en el año 2019 cursaron 2do año de bachillerato opción biológica con profesor de Química a cargo, por lo que no hubo implicación directa de la investigadora en la muestra. Los grupos eran equiparables entre sí al pertenecer al mismo nivel educativo (2do año de bachillerato), constituidos por varones y mujeres, de la misma orientación (ciencias biológicas) y los centros de estudios ubicados en el mismo departamento (Florida). Se controló además la variable de los distintos turnos (matutino y vespertino) al seleccionar un grupo experimental de cada turno y de cada centro educativo.

3.1 Método

Con el fin de evaluar los conocimientos previos de estudiantes de 2do año de bachillerato en el proceso de aprendizaje de Química Nuclear y Radiactividad, por un lado se identifican cuáles son las ideas previas, y se determina si la intervención con un taller en los grupos de estudio provoca un cambio en las respuestas referidas a las ideas previas detectadas.

Teniendo en cuenta la RAE que plantea que “evaluar” es aquello que estima los conocimientos, aptitudes y rendimientos, en este estudio se realizó una evaluación a través de una combinación de técnicas. Se propuso una primera prueba evaluativa diagnóstica para identificar las ideas previas en una muestra de alumnos de 2do año de bachillerato opción biológica (primer objetivo específico). Una vez identificadas las ideas previas se eligió uno de los temas y se dictó un taller a cada grupo de estudio seleccionado, como se detalla en Tabla N° 3. A continuación se aplicó nuevamente la prueba, posterior a la intervención del taller para determinar si hubo cambios en el porcentaje de respuestas de las ideas previas detectadas con anterioridad (segundo objetivo específico). Paralelamente se indagó sobre la opinión de docentes de Matemáticas, Física y Química en cuanto a la influencia de las ideas previas en los aprendizajes de sus estudiantes y el trabajo interdisciplinario como estrategia didáctica para abordar las ideas previas (tercer objetivo específico). Por último se realizó un análisis de cómo se relacionan los conocimientos necesarios para el aprendizaje de Química

Nuclear y Radioactividad en los programas oficiales de 2do año de bachillerato opción biológica de la DGES desde la perspectiva de la enseñanza interdisciplinaria; lo que corresponde al cuarto objetivo específico.

Técnicas e instrumentos

Las técnicas utilizadas son las siguientes:

- Encuestas, realizadas en forma personal a través de la aplicación de cuestionarios a los estudiantes, e informáticamente a través de un formulario de Google a los docentes de Matemáticas, Física y Química de las instituciones participantes.
- Análisis de documentos, con una revisión de los programas oficiales del ex CES de las disciplinas mencionadas. Incluye la búsqueda de hilos conductores, que sirvan como apoyo a la labor docente en el trabajo interdisciplinario.

3.1.1 Abordaje de los objetivos específicos

Como se detalla en la introducción se establecen cuatro objetivos específicos que aportarán insumos para cumplir con el objetivo general. A continuación se aborda cada uno de ellos.

Objetivo específico N°1

Identificar cuáles son las ideas previas de los estudiantes sobre Química Nuclear y Radioactividad en 2do año de bachillerato opción biológica.

Para responder la siguiente pregunta: ¿Cuáles son las ideas previas sobre Química Nuclear y Radiactividad que tienen los estudiantes de 2do año de bachillerato?, se elaboró un cuestionario (Anexo 1) según los siguientes pasos:

- 1- Se seleccionaron las variables a indagar teniendo en cuenta la literatura revisada y se operacionalizan para asegurar que pudieran ser evaluadas en la realidad empírica.
- 2- Se elaboraron una serie de preguntas múltiple opción, utilizando en algunos casos imágenes descriptivas relacionadas con experiencias cotidianas con las que se supone está en contacto la muestra en estudio. Se toma como referencia el cuestionario propuesto por Corbelle y Dominguez (2016) que a su vez tiene adaptaciones de Aubrecht y Torick (2000) y de Prather y Harrington (2001), así como también el cuestionario de Gutierrez et.al (2000).

3- Las especialistas del área de Radioquímica de Facultad de Química de la UdelaR Leticia Fernández, Emilia Tejería, Elena Cardoso e Ivanna Aguiar, actuaron como informantes calificadas en la validación del instrumento tomando como parámetros el porcentaje de adecuación en referencia a la pertinencia con los objetivos de la investigación, con los indicadores y redacción de los ítems (Anexo 2).

4- El cuestionario fue validado a través de una prueba piloto con veinte estudiantes de similares características a la muestra a estudiar (mismo nivel y orientación) que luego no participaron del estudio.

En esta primera etapa y a modo de diagnóstico se accede a una muestra de ochenta y siete estudiantes de segundo año de bachillerato de entre 16 y 17 años de edad, los cuales son encuestados aplicando el cuestionario en forma presencial y en formato papel. Se indagan las ideas previas de los estudiantes referidas a los siguientes aspectos:

- radiactividad
- energía nuclear
- existencia de fuentes radiactivas de origen natural
- irradiación y contaminación
- diferencia entre radiactividad, radiación y sustancia radiactiva

Para identificar estas ideas previas se formulan operativamente las variables, se descomponen en dimensiones y se definen los indicadores que permiten medir cada variable. En este caso la medición es del tipo nominal ya que identifica (nombrar) las ideas previas de los estudiantes de conceptos referidos a Química Nuclear y Radiactividad.

En la siguiente Tabla N°3 se presentan las variables, dimensiones e indicadores sobre los que se diseña el cuestionario.

Tabla 3: *Conceptualización de variables*

Variable	Dimensiones	Indicador
Ideas previas sobre Radiactividad	a- Propiedades de los materiales radiactivos.	Identificar a los materiales radiactivos como aquellos que emiten ondas y/o partículas.
	b-Cambio energético de los núcleos atómicos radiactivos.	Identificar que los materiales radiactivos al emitir radiación presentan un cambio energético en sus núcleos alcanzando un nivel estable o no.
	c- Variación de la actividad de una muestra radiactiva en el transcurso del tiempo.	Reconocer que las emisiones radiactivas disminuyen con el transcurso del tiempo.
Ideas previas sobre energía nuclear	a- Transformación de la energía nuclear en otras formas de energía .	Identificar que la transformación de energía nuclear en otras formas de energía se da en una central nuclear, en el Sol y en la bomba atómica, por ejemplo.
	b- Percepción sobre la energía nuclear	Asociar a la energía nuclear con palabras positivas y negativas.
Conciencia sobre la existencia de fuentes radiactivas de origen natural y el grado de identificación con la acción humana y tecnológica	Lugares donde se estaría expuesto a radiactividad ambiental.	Identificar que se estaría expuesto a radiación ambiental (tanto de origen natural como artificial) en todos los ejemplos propuestos.
Distinción entre irradiación y contaminación	a- Irradiación	Reconocer que el proceso de irradiación no implica contacto con el material y no deja necesariamente radioactiva a la muestra.
	b- Contaminación	Reconocer que la contaminación implica la presencia de radionucleidos en la muestra.
Diferenciación entre los conceptos radiactividad, radiación y sustancia radioactiva.	a- Radiación	Relacionar el uso de la radiación en medicina con la obtención de imágenes.
	b- Radioactividad	Relacionar lo que se observa en el esquema de decaimiento del Uranio con el fenómeno espontáneo de transformación de un nucleído en otro con emisión de energía.
	c- Sustancia radioactive	Relacionar que las fuentes radiactivas contienen sustancias radioactivas y emiten radiación.

Cada variable tiene asociada una o más dimensiones, y cada dimensión cuenta con un indicador que permite identificar o no ideas previas.

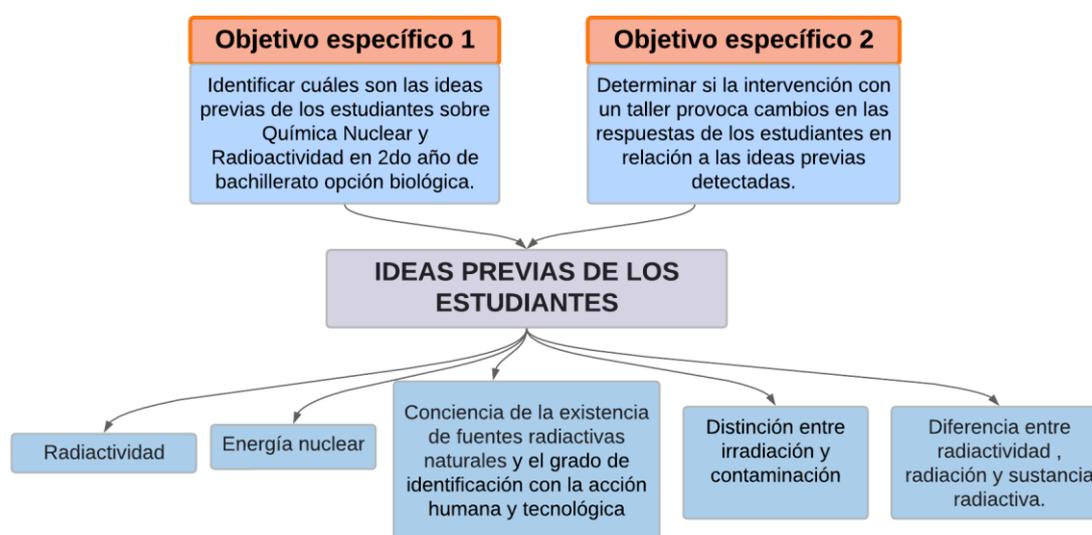
En el próximo ítem se desarrolla cómo se va a cumplir con el objetivo 2, el que está directamente relacionado con el objetivo específico 1.

Objetivo específico N° 2

Determinar si la intervención con un taller provoca cambios en las respuestas de los estudiantes en relación a las ideas previas detectadas.

Para cumplir con este objetivo se utiliza la información relevada en el objetivo N° 1. A partir de las ideas previas sobre Química Nuclear y Radiactividad de los estudiantes de 2do año de bachillerato opción biológica en el año 2019 se realiza una intervención en formato taller. Luego del mismo se aplica nuevamente el formulario y se determina si éste provoca cambios en las respuestas de los estudiantes en cuanto a las ideas previas detectadas. En el siguiente esquema (Figura N° 1) se presenta la relación entre el objetivo 1 y 2.

Figura 1: *Objetivos 1 y 2*



¿Se produce un cambio en las respuestas de los estudiantes? Para responder esta pregunta se llevan adelante dos acciones:

- intervención con un taller denominado “Las radiaciones en la vida cotidiana” de dos horas de duración entre actividades teóricas y prácticas (Anexo 3)
- y se vuelve a aplicar el formulario empleado en P1, denominada P2 (prueba 2).

a- Intervención con un taller.

Como se menciona en el marco teórico el taller posibilita un abordaje interdisciplinar de los temas y facilita a los participantes ser creadores de su propio proceso de aprendizaje. Además

de crear y orientar situaciones que implican ofrecer al alumno la posibilidad de desarrollar actitudes reflexivas y críticas.

Se realizan tres instancias del taller (dos en liceo departamental N°1 Instituto Manuel Oribe de la ciudad de Florida y una en el liceo Faustino Harrison de la ciudad de Sarandí Grande) en las cuales participan un total de sesenta y cuatro estudiantes de segundo año de bachillerato opción biológica de los grupos de estudio A, C y E (Tabla N° 4). En la Tabla 3 se detallan las actividades realizadas, su contenido y los objetivos. Es impartido por expertos en enseñanza de Química Nuclear y Radiactividad del Instituto Balseiro de Bariloche (Dra. Ing. Lourdes Torres) y de la Facultad de Química de la UdelaR (Dra. Mariella Terán) en función de las ideas previas detectadas.

Tabla 4: Taller “Aplicaciones de la radiación en la vida cotidiana”

Actividad	Contenido	Objetivos
Presentación teórica.	Radiación y radiactividad, aplicaciones de la radiación en la vida cotidiana, interacción de la radiación con la materia, protección radiológica.	Reconocimiento, identificación, efectos, riesgos, beneficios y aplicaciones en la vida cotidiana de las radiaciones y la radiactividad. Desmitificar y aclarar conceptos relacionados con las radiaciones y la radiactividad.
Actividad lúdica: Jugando con radiaciones.	Conceptos de radiaciones, tipos de radiaciones, radiaciones nucleares: alfa, beta, y gamma, interacción de la radiación con la materia, blindajes.	Mostrar las características más importantes asociadas a la radiación alfa, la beta y la gamma e introducir la forma en que estas radiaciones interactúan con la materia.
Detección y medición de emisiones radiactivas. Actividad experimental.	Medición de diferentes objetos de la vida cotidiana, sal de mesa que contiene Potasio-40, mantillas (camisas de faroles) que contienen Torio, entre otros materiales. Análisis e interpretación de datos.	Manipular correctamente los instrumentos y materiales necesarios al realizar la actividad. Registrar los datos obtenidos. Describir los resultados de la actividad práctica. Explicar los resultados en base a lo trabajado: radiactividad, radiación de fondo, distintos tipos de emisiones y blindaje.

Nota: Para la actividad lúdica se extrae información de Lourdes Torres (2019): Las radiaciones en la vida cotidiana. Cuaderno/Guia para docentes.

Por la complejidad de la temática y al ser vinculante a diferentes disciplinas, el taller se planifica y lleva a la práctica con un abordaje interdisciplinario en el cual participaron docente de química, biología, física, matemática y astronomía. Las temáticas que se abordan son: radiación y radiactividad, aplicaciones de la radiación en la vida cotidiana, interacción de la radiación con la materia y protección radiológica, los cuales están relacionados con las

ideas previas detectadas en los estudiantes en P1. Los temas se abordan desde una visión físico químico del fenómeno radiactivo, y se completan con el análisis matemático como herramienta para analizar las medidas y valorar la importancia que tiene la preparación de tablas de datos y el tratamiento de los mismos, con el fin de observar las regularidades existentes y el planteamiento de las interpretaciones correspondientes.

Desarrollo del taller:

Con una duración de 2hs el taller se desarrolla en tres momentos:

Primer momento: A modo de introducción al tema se hizo un acercamiento a los conceptos de Química Nuclear y Radiactividad, desde un enfoque de CTS, reconociendo e identificando los efectos, riesgos y beneficios de las aplicaciones en la vida cotidiana de las radiaciones y la radiactividad.



Imágenes de la presentación.

Segundo momento: Se realizaron actividades lúdicas y prácticas.

Actividad lúdica: Jugando con radiaciones.

Recursos materiales: Pelotas de pilates grande, pelotas de tenis, pelotas de tenis de mesa, bolos. Se trabaja mediante analogías y simulaciones con el fin de representar cómo actúan los

distintos tipos de radiación con la materia según se trate de un gas, líquido o una sustancia sólida pesada como por ejemplo el plomo.

1- La pelota grande de pilates representa una partícula alfa, la pelota de tenis representa una partícula beta y la pelota de tenis de mesa representa un fotón X o gamma.



Imágenes de la actividad: Jugando con radiaciones.

Se lanza la pelota más grande (la de pilates) sobre el grupo y se les pide que continúen lanzándose entre ellos. A partir de esta interacción pelota- grupo de estudiantes se plantean las características de una partícula alfa, destacándose que es grande (núcleo de helio), que tiene carga eléctrica, que interactúa con muchos átomos a la vez (estudiantes), que se frena dentro del material, se destaca su masa, que es fácil de detener, etc. Luego se repite la actividad pero ahora se lanza la pelota de tenis, en analogía con una partícula beta. Se resalta su masa, aclarando que es mucho menor a la de una partícula alfa, que interactúa con menos átomos a la vez, frenándose en el material a mayor profundidad, que también tiene carga también, etc. Y por último se lanza la pelotita de tenis de mesa, proponiendo que representaría al fotón gamma que no posee masa. Esta pelotita es más difícil de detener y por lo que se plantea la analogía con la interacción de los fotones con la materia, que es distinta a las partículas y que pueden atravesar incluso el material sin haber interactuado con él.

2- Se utilizan las mismas pelotas de la actividad anterior, reemplazando a la radiación gamma por los dardos de las pistolas de juguete bolos del juego de Bowling de diferentes tamaños, los grandes representan átomos de alto Z, los medianos átomos de Z medio y los pequeños representan átomos livianos.

Se plantea que los bolos representan la estructura de la materia según la teoría de partículas, dependiendo de la distancia a los cuales se ubiquen entre sí (muy juntos - estado sólido, algo separados - estado líquido, muy separados- estado gaseoso). Se tiran las pelotas y los dardos de a uno a la vez sobre los bolos que se ubican representando los estados de la materia. Se observa cómo interactúan con los bolos y a partir de ello se plantean ideas y conclusiones

sobre los distintos tipos de radiación y el material que podemos usar para protegernos de las mismas.

Tercer momento

En un tercer momento se realizaron actividades prácticas y cierre de la actividad.

Los estudiantes son distribuidos en pequeños grupos de 4 o 5 integrantes. A cada grupo se le proporciona un detector de radiación portátil, papel y materiales como vidrio, cartón, aluminio con diferente Z y materiales de uso cotidiano que contienen material radiactivo, como por ejemplo la sal de mesa que contiene Potasio-40, mantillas (camisas de faroles) que contienen Torio, entre otros.



Imágenes de la actividad de medición de diferentes objetos de la vida cotidiana.

Una vez realizada la actividad se lleva a cabo una puesta en común en base a los temas trabajados teóricamente: radiactividad, radiación de fondo, distintos tipos de emisiones y blindaje.

b- Aplicación de P2 (prueba2)

Con el fin de determinar si el taller provoca cambios en las respuestas de los estudiantes en cuanto a las ideas previas detectadas se aplica P2. En esta oportunidad el cuestionario fue completado por un total de 122 estudiantes pertenecientes a los seis grupos de estudio.

Para diferenciar en el tiempo la aplicación del cuestionario se identifican como: P1 a la prueba aplicada en el mes de mayo, del año 2019 (a modo de diagnóstico para identificar las

ideas previas de los estudiantes sobre Química Nuclear y Radioactividad), y P2 a la prueba realizada en el mes de noviembre, del mismo año, para evaluar si la participación en el taller provoca cambios en las respuestas de los estudiantes respecto a las ideas previas detectadas. Ambas pruebas son realizadas con el mismo formulario adjunto en Anexo 1. Se utiliza el mismo formulario y se realizan los controles de las posibles amenazas a la validez interna y externas del estudio (Hernández et al.,2014).

Amenazas para la validez interna y externa del estudio

Una amenaza a la validez interna del estudio es no poder seleccionar ni asignar aleatoriamente sujetos (estudiantes) a cada grupo, así como también la posible pérdida de unidades de análisis (estudiantes que completaron P1 pero que no asisten el día que se aplica P2). Para minimizar esta situación se utilizan grupos control que permiten aproximar las medidas y que los resultados obtenidos se deban a la participación en el taller y no a otros factores que estén interviniendo.

Estos grupos control también ayudan a vigilar la validez externa del estudio (que sea generalizable) ya que el análisis de las respuestas posibilita por ejemplo precisar si el estudiante por curiosidad luego de realizar P1 se informó del tema y el cambio en las respuestas no sea por haber participado del taller sino por haber recibido capacitación por fuera del taller.

En la siguiente Tabla N° 5 se detallan las actividades por grupo.

Tabla 5: Descripción de las actividades realizadas

Grupo	Prueba 1 (P1) n= 87	Taller (T) n=64	Prueba 2 (P2) n= 122
A (Liceo No1 Florida)	Se aplica	Se aplica	Se aplica
B (Liceo No1 Florida)	No se aplica	No se aplica	Se aplica
C (Liceo No1 Florida)	No se aplica	Se aplica	Se aplica
D (Liceo No1 Florida)	Se aplica	No se aplica	Se aplica
E (Liceo Sdi . Grande)	Se aplica	Se aplica	Se aplica
F (Liceo Sdi. Grande)	Se aplica	No se aplica	Se aplica

Nota: n=cantidad de estudiantes involucrados.

Tanto los grupos experimentales como los de control fueron designados de forma arbitraria.

- Los grupos A y E (en amarillo en Tabla N°5) se destinaron como experimentales. Realizaron P1, participaron de T y posteriormente realizaron P2. Para simplificar la presentación de la información de ambos grupos se agrupan en uno solo y se le denomina “grupo experimental A/E”
- Los grupos B, C, D y F se destinaron a grupos de control, donde sólo el grupo C participó en el taller.
- Los grupos D y F (en verde en Tabla N°5) realizan P1 y P2 pero no participaron de T. Al igual que a los grupos A y E para simplificar la presentación de la información se toman los datos acumulados de ambos y se le denomina “grupo control D/F”.

Para controlar las amenazas a la validez del estudio se utiliza el diseño de cuatro grupos de Solomon (Hernández et al., 2014) que permite examinar qué factores podrían ser los causantes de ciertos tipos de resultados (Tabla N°6).

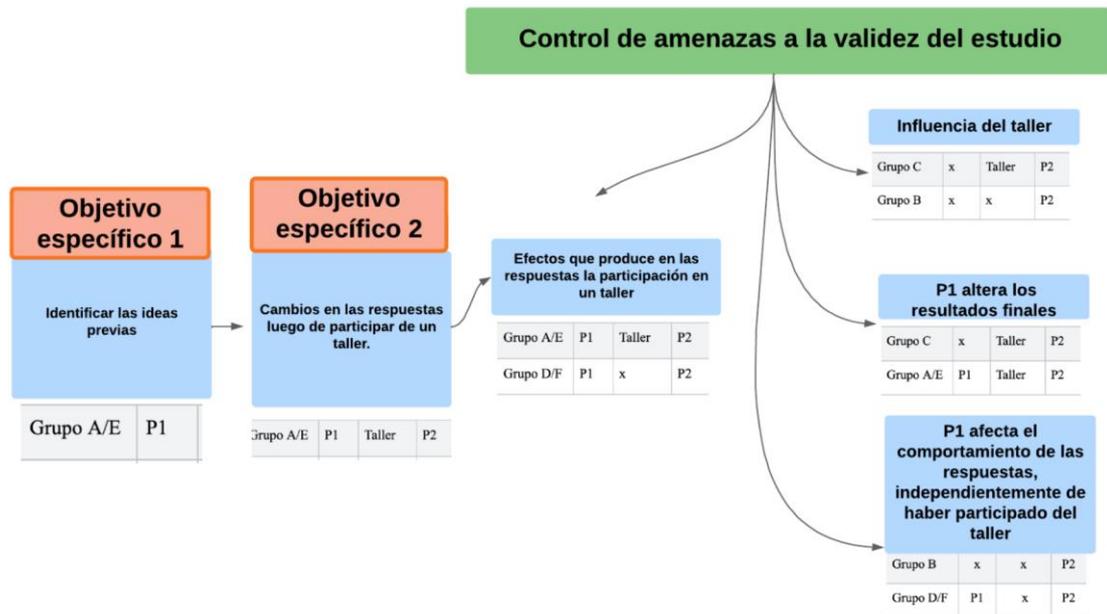
Tabla 6: *Diseño de Solomon*

Grupo	P1 (n= 87)	T(n=64)	P2 (n= 122)
A /E	Se aplica	Se aplica	Se aplica
D/F	Se aplica	No se aplica	Se aplica
B	No se aplica	No se aplica	Se aplica
C	No se aplica	Se aplica	Se aplica

Nota: n=cantidad de estudiantes involucrados.

En el siguiente esquema (Figura N° 2) se describen las amenazas a la validez del estudio y las evaluaciones que se realizan a partir de la comparación entre grupos, las que se presentan más adelante en el capítulo de resultados.

Figura 2: Control de amenazas a la validez interna



1. Determinar los efectos que produce en las respuestas de los estudiantes la participación en el taller. Se comparan los grupos A/E con D/F.
2. Determinar la influencia del taller comparando el grupo C con el grupo B.
3. Determinar si el hecho mismo de someterse a P1 altera los resultados finales. Se compara A/E con C.
4. Determinar si P1 ha afectado el comportamiento de las respuestas, independientemente de haber participado del taller. Se comparan el grupo B con D/F. Si los resultados son significativamente diferentes, entonces el acto de realizar P1 ha influido en los resultados generales.

Objetivo específico N°3

Identificar desde la opinión de los docentes cuáles son los aspectos que influyen en el trabajo interdisciplinario como estrategia didáctica para abordar las ideas previas de los estudiantes.

Para responder este objetivo se realizan las siguientes preguntas: ¿Qué opinan los docentes sobre las ideas previas de sus estudiantes? y ¿Cuál es la opinión de los docentes sobre el

trabajo en ciencias en forma interdisciplinaria? Se realizó una encuesta a veintiocho docentes de Física, Química y Matemáticas que trabajan en liceos públicos con grupos de 2do año de bachillerato opción biológica a cargo en el año 2019.

En el siguiente esquema (Figura N°3) se presenta la conceptualización de este objetivo.

Figura 3: *Conceptualización del objetivo específico 3*



Teniendo en cuenta la literatura revisada se definió la variable a indagar: opinión del profesorado sobre las ideas previas y el trabajo interdisciplinario, la cual se operacionaliza como se observa en el esquema (Figura N° 3).

Se definen las dimensiones y los indicadores para asegurar que pueda ser evaluada en la realidad empírica las que se explican en la siguiente Tabla N° 7.

Tabla 7: Operacionalización de la variable: *Opinión del profesorado sobre las ideas previas y el trabajo interdisciplinario*

Variable	Dimensión	Indicador
Opinión del profesorado sobre las ideas previas y el trabajo interdisciplinario	Identificar las ideas previas de sus estudiantes	Diseño de actividades Consideración de que los estudiantes tienen los conocimientos previos necesarios.
	Características de las ideas previas	Factores que influyen en las ideas previas
	Pensamiento constructivista	Causas de las ideas previas
	Ideas previas y su abordaje interdisciplinario	La interdisciplinariedad como estrategia para abordar las ideas previas. Factibilidad de llevar adelante el trabajo interdisciplinario

La encuesta se elaboró utilizando como instrumento de indagación y recolección de datos un formulario digital (ver en Anexo 4), diseñado con veinte preguntas múltiple opción tipo escala de Likert (1932) en una escala de valores que engloba del 1 al 5:

- 1- Totalmente de acuerdo
- 2- De acuerdo
- 3- En desacuerdo
- 4- Totalmente en desacuerdo
- 5- No sé

Se toma el valor 5 “no sé” como la opción neutra para evitar pseudo opiniones.

A continuación se presenta en la Tabla N° 8, las dimensiones con las preguntas que se les realizó a los docentes y el ítem correspondiente al formulario (Anexo 4).

Tabla 8: *Relación de las dimensiones con las preguntas planteadas*

Dimensión	Pregunta	Item
Identificar las ideas previas de sus estudiantes	Utilizo cuestionarios ya publicados para detectar las ideas previas de cada estudiante.	6
	Aunque considero importante detectar las ideas previas de los alumnos en cada unidad curricular, en general no lo hago porque las desconozco.	8
	Diseño mis propias actividades (mapas conceptuales, lluvia de ideas, debates) para detectar las ideas previas de mis alumnos.	2
	En general, Falta de tiempo En general, debido a la falta de tiempo y extensión del temario asumo que los alumnos tienen adquiridos los conocimientos previos necesarios para abordar nuevos aprendizajes.	10
Modificación de las ideas previas.	Las ideas previas de los alumnos son un factor limitante para su aprendizaje	1
	Las ideas previas de los alumnos son aleatorias.	3
	Considero que la existencia de ideas previas obstaculiza el aprendizaje significativo de las ciencias.	4
	Considero que las ideas previas son fáciles de sustituir.	5
	Si se detectan ideas previas en un estudiante hay que modificar la planificación que tenía preparada para tratar de refutarlas.	7
	Ante una idea previa errónea, una buena estrategia es provocar en el alumno un conflicto cognitivo. Enfrentar a una situación donde su preconcepción falle al explicar la realidad.	9
Pensamiento constructivista	Los medios de comunicación pueden ser causa de la existencia de ideas previas en los alumnos.	11
	Las ideas previas de los alumnos se originan a partir de las experiencias con relación a fenómenos cotidianos y/o a la correspondencia de interpretación con sus pares.	12
	La enseñanza recibida en el ámbito académico puede ser la causa de las ideas previas de los estudiantes.	13
Ideas previas y su abordaje interdisciplinarity	Las clases magistrales (con el apoyo de la pizarra o de una presentación en Power Point) y el libro de texto para hacer ejercicios es la mejor metodología para abordar el currículo de ciencias.	17
	El uso de metodologías no tradicionales como la interdisciplinariedad es una buena estrategia para facilitar el cambio conceptual.	18
Factibilidad de llevar adelante el trabajo interdisciplinario	Considero que la aplicación del modelo de enseñanza interdisciplinaria en las aulas es poco factible debido al número de alumnos.	14
	Considero que la aplicación del modelo de enseñanza interdisciplinaria en las aulas es poco factible debido a la amplitud de contenidos de los programas.	15
	Considero que la aplicación del modelo de enseñanza interdisciplinaria en las aulas es poco factible debido a la falta de formación del profesorado	16
	La enseñanza interdisciplinaria requiere demasiado tiempo para que sea aplicada en el aula.	19

Los ítems se redactaron en forma invertida, es decir, se presentan actitudes positivas y negativas para evitar respuestas estereotipadas y que los encuestados puntúen siempre los mismos valores (del 1 al 5).

Objetivo específico N°4

Analizar cómo se relacionan los conceptos (físicos, químicos y matemáticos) necesarios para el aprendizaje interdisciplinario de Química Nuclear y Radioactividad en los programas oficiales de 2do año de bachillerato opción biológica de la DGES (ex CES).

Para responder a la pregunta planteada ¿Los programas oficiales de Física, Química y Matemáticas de 2do año de bachillerato reformulación 2006 permiten que el docente pueda trabajar en forma interdisciplinaria? se realiza una revisión documental.

La metodología empleada es cualitativa, método bibliográfico, a través de la técnica de análisis de documentos (Sautu, et al., 2005; Yuni y Urbano, 2020) del tipo interpretativo (Hernández et al., 2014) siendo las unidades de análisis los programas de 2do año de bachillerato, Reformulación 2006, de las asignaturas Física, Química y Matemática de la orientación biológica de la DGES . Los enlaces están disponibles en el Anexo 5 de este informe.

Solís (2003) define el “análisis de documentos como la operación que consiste en seleccionar ideas informativamente relevantes de un documento, a fin de expresar su contenido sin ambigüedades para recuperar la información contenida en él”. Mientras que Ander Egg (2011) denomina a esta técnica como “consulta y recopilación documental” que “se lleva a cabo principalmente mediante la detección, consulta y recopilación documental”. Según lo expresado por Yuni y Urbano (2020):

[...] el análisis de «documentos» supone la lectura de estos como si fuesen «textos» —en un sentido metafórico— que nos permite reconstruir los componentes de una realidad determinada. [...] se los indaga haciéndoles preguntas y se los observa como a cualquier acontecimiento que se está produciendo actualmente. (p. 180)

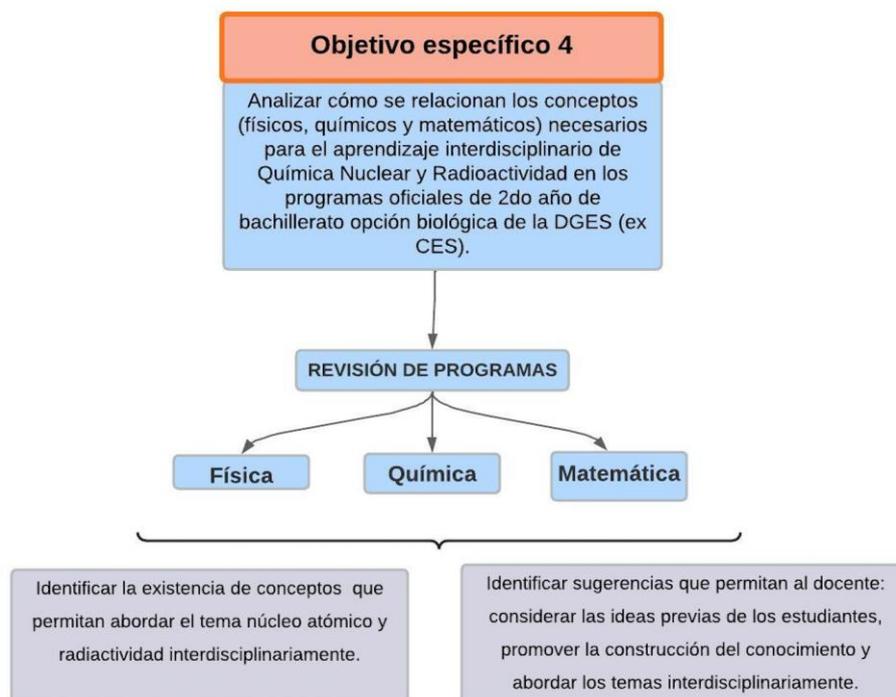
La ventaja de esta técnica es que permite estudiar el lenguaje escrito y gráfico de forma “no obstrusiva”, pueden ser consultados en cualquier momento y analizados cuantas veces sea preciso, sin necesidad de dedicar tiempo a transcribirlos.(Hernández et al., 2014)

El análisis de los tres documentos se realiza con el fin de identificar en sus contenidos evidencias respecto a:

1. Identificar conceptos que permitan abordar el tema Química Nuclear y radiactividad interdisciplinariamente.
2. Indagar si hay sugerencias para que los docentes:
 - consideren las ideas previas de los estudiantes,
 - promuevan la construcción del conocimiento y
 - aborden los temas en forma interdisciplinaria.

En el siguiente esquema (Figura N°4) se presenta la conceptualización de este objetivo.

Figura 4: Esquema del Objetivo específico 4



Para llevar adelante el análisis se definieron las siguientes etapas:

1. Revisión de los programas con foco en identificar la existencia de conceptos que permitan abordar el tema Química Nuclear y Radiactividad interdisciplinariamente.
2. Revisión de los programas con el fin de identificar sugerencias que permitan al docente: considerar las ideas previas de los estudiantes, promover la construcción del conocimiento y abordar los temas interdisciplinariamente.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se desarrollan los resultados y la discusión, disgregados por objetivo específico. Al final de los resultados de cada objetivo específico se realiza la discusión correspondiente.

4.1. Objetivo 1

Identificar cuáles son las ideas previas de los estudiantes sobre Química Nuclear y Radioactividad en 2do año de bachillerato opción biológica.

En este apartado se presentan los resultados respecto a identificar las ideas previas de los estudiantes. Como se indica en el apartado metodológico las variables a indagar son las siguientes:

1. ideas previas sobre radiactividad,
2. ideas previas sobre energía nuclear
3. conciencia sobre fuentes radiactivas naturales
4. distinción entre irradiación y contaminación
5. diferenciación entre radiactividad, radiación y sustancia radiactiva. (ver Tabla N° 3).

A continuación se detallan los resultados de P1 del grupo experimental A/E en el cual se recogieron 38 respuestas.

1) Ideas previas sobre Radiactividad.

Para identificar las ideas previas sobre radiactividad se indaga sobre tres aspectos: a- propiedad de los materiales radiactivos, b- cambio energético y c- variación de la actividad a medida que transcurre el tiempo.

a- La propiedad de los materiales radiactivos es una de las dimensiones de esta variable, cuyo indicador se definió como: identificar a los materiales radiactivos como aquellos que emiten ondas y/o partículas (Tabla N° 3). Se les consulta a los estudiantes sobre cuáles son las propiedades que caracteriza a ciertos elementos químicos. (Figura N° 5)

Figura 5: *Consigna presentada a los alumnos: propiedades que caracteriza a ciertos elementos químicos.*

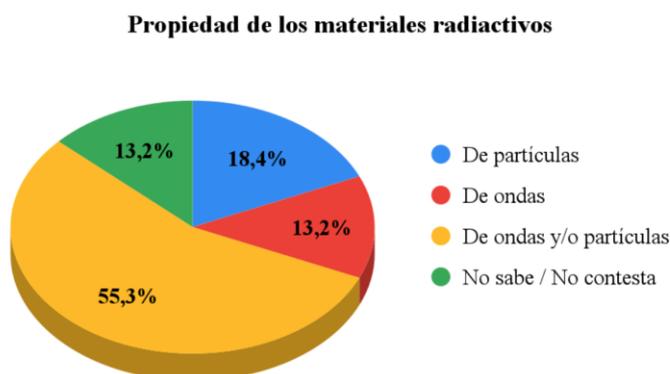
Ciertos elementos químicos tienen distintas propiedades que los caracterizan, entre las cuales se encuentra la emisión:

- a- De partículas
- b- De ondas
- c- De ondas y partículas
- d- De otra cosa, explique brevemente
- e- No sabe/No contesta

Nota: Formulario en Anexo 1

A continuación en el Gráfico N°1 se presentan los resultados de las opciones seleccionadas por los estudiantes.

Gráfico 1: Porcentaje de respuesta en función de la opción seleccionada sobre la propiedad de los materiales radiactivos.



La respuesta que se toma como correcta es que la propiedad que caracteriza a ciertos materiales es la emisión de *ondas y/o partículas*, por lo que el 55,3% de los estudiantes responden correctamente, aunque se observa un 13,2 % *no sabe/no contesta*. Es importante destacar que las respuestas que implican sólo “*ondas*” o “*partículas*” no se consideraron en la cuantificación por ser parciales.

b- Cambio energético de los núcleos atómicos es otra de las dimensiones planteadas de la variable ideas previas sobre radiactividad (Tabla N° 3). El indicador se definió para identificar que los materiales radiactivos al emitir radiación presentan un cambio energético

en sus núcleos que puede alcanzar un nivel estable o no. Se les consulta a los estudiantes que sucede con los materiales radiactivos al emitir radiación (Figura N° 6).

Figura 6: Consigna presentada a los alumnos: cambio energético de los materiales radiactivos.

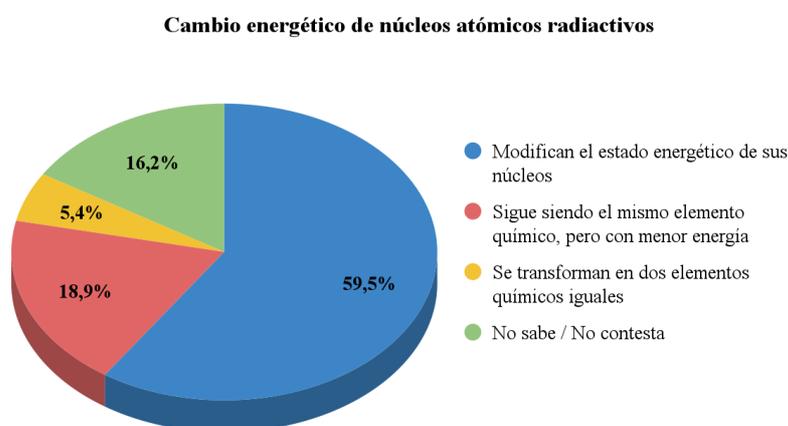
Cuando los materiales radiactivos emiten radiación:

- a- Modifican el estado energético de sus núcleos
- b- Sigue siendo el mismo elemento químico, pero con menor energía
- c- Se transforman en dos elementos químicos iguales
- d- Otra respuesta ,explique brevemente
- e- No sabe/No contesta

Nota: Formulario en Anexo 1

En el Gráfico N° 2 se exponen los porcentajes de respuestas sobre el cambio energético de los núcleos atómicos radiactivos.

Gráfico 2: Porcentaje de respuestas en función de la opción respecto a qué sucede con el cambio energético de algunos núcleos atómicos.



La respuesta que considera correcta es la a, sin embargo dado que pueden existir casos como el del ^{99m}Tc y ^{99}Tc , se incluye las respuestas de la opción b, en la globalidad de las respuestas correctas. Las respuestas que se toman como correctas son las opciones a y b, por lo tanto el 78,4 % de los estudiantes responde correctamente. Sin embargo, hay un 16,2% que seleccionan la opción *no sabe/no contesta*.

c- Para abordar el indicador “reconocer que las emisiones radiactivas disminuyeron con el transcurso del tiempo”, en el cuestionario se proponen 3 ejemplos: Iodo -131, Carbono-14 y Plutonio-239, y se les solicita a los estudiantes indicar qué sucede con la emisión de radiación.(Figura N° 7)

Figura 7 Consigna presentada a los alumnos: *emisión de radiación a medida que transcurre el tiempo*

Dentro de los materiales radiactivos se encuentran:

- el ¹³¹I (isótopo del yodo útil para la terapia de ciertas patologías),
- el ¹⁴C (isótopo del carbono, que se utiliza para determinar la edad de materiales antiguos)
- y el ²³⁹Pu (isótopo del plutonio, usado como combustible nuclear).

Sus emisiones, en cualquiera de los tres casos:

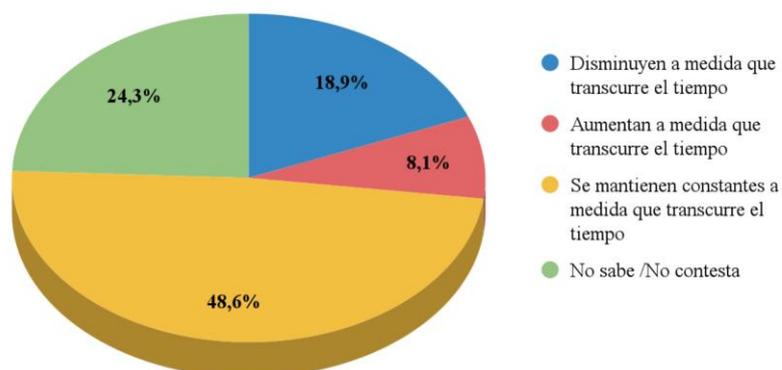
- a- Disminuyen a medida que transcurre el tiempo
- b- Aumentan a medida que transcurre el tiempo
- c- Se mantienen constantes a medida que transcurre el tiempo
- d- Otra respuesta, explique brevemente
- e- No sabe/No contesta

Nota: Formulario en Anexo 1

En el siguiente Gráfico N° 3 se presentan los resultados en porcentaje.

Gráfico 3: *Porcentaje de respuestas en función de qué sucede con la actividad de una muestra radiactiva en el transcurso del tiempo.*

Variación de la actividad de una muestra radiactiva en el transcurso del tiempo.



La opción correcta es que la actividad de los materiales radiactivos al emitir radiación *disminuye a medida que transcurre el tiempo*. Por lo tanto solo el 18,9% responde

correctamente y casi la mitad (48,6 %) presenta la idea previa de que se mantienen constantes. Se observa además un alto porcentaje (24,3%) de estudiantes que selecciona la opción *no sabe/no contesta*.

2) Ideas previas sobre energía nuclear

Para identificar las ideas previas sobre la energía nuclear se definen dos dimensiones a tratar:

- a- transformación de la energía nuclear en otras formas de energía,
- b- percepción sobre la energía nuclear.

a- La primera dimensión propuesta tiene como indicador: identificar que la transformación de energía nuclear en otras formas de energía se da en *una central nuclear*, en *el Sol* y en *la bomba atómica*. Para indagar las ideas previas se solicita que se seleccionen todas las opciones que se consideren correctas. (Figura N° 8)

Figura 8: *Consigna presentada a los alumnos: transformación de energía nuclear en otras formas de energía*

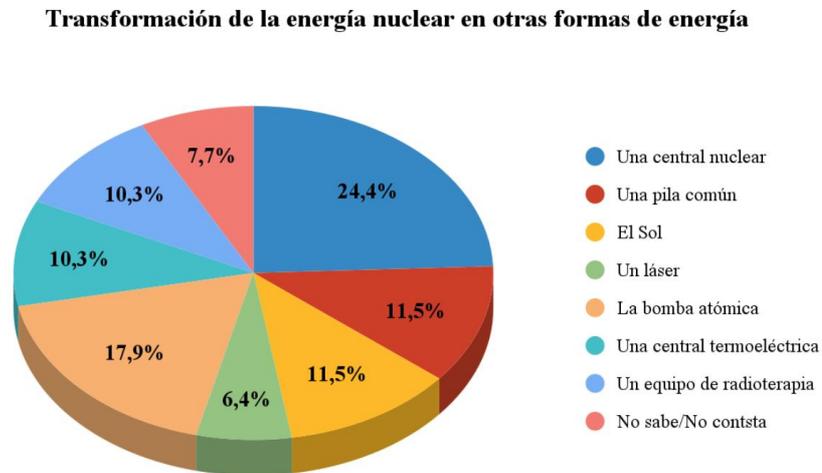
La energía nuclear se transforma en otras formas de energía en :

- a. Una central nuclear
- b. Una pila común
- c. El Sol
- d. Un Láser
- e. La bomba atómica
- f. Una central termoeléctrica (que usa como combustible derivados del petróleo)
- g. Un equipo de radioterapia
- h. Otras. Mencionarlas
- i. No sabe/No contesta

Nota: Formulario en Anexo 1

En el Gráfico N°4 se presentan los porcentajes de respuestas para las situaciones en las que hay transformación de energía nuclear en otras formas de energía.

Gráfico 4: Porcentaje de respuestas en función de en qué situaciones se da una transformación de energía nuclear en otras formas de energía



Las respuestas correctas son: en *una central nuclear*, en *una bomba atómica*, en *el Sol* y en *un equipo de radioterapia*. La opción de la central nuclear cuenta con el mayor porcentaje de respuestas (24,4%),

b- La segunda dimensión propuesta para la variable ideas previas sobre energía nuclear es la percepción que los estudiantes tienen sobre la energía nuclear, para lo cual se definió el indicador: asociar a la energía nuclear con palabras positivas y negativas. (Anexo 4) .

Se consideran todas las selecciones posibles ya que están orientadas a indagar sobre la percepción positiva y negativa respecto a la energía nuclear.

Se les pide a los estudiantes que marquen todas las palabras que asocie con energía nuclear. (Figura N° 9)

Figura 9: Consigna presentada a los alumnos: percepción de los estudiantes sobre la energía nuclear

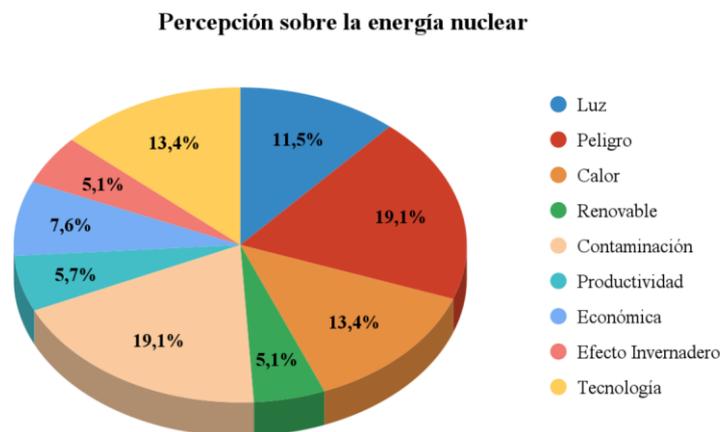
Marca todas las palabras que asocies con energía nuclear:

- a. Luz
- b. Peligro
- c. Calor
- d. Renovable
- e. Contaminación
- f. Productividad
- g. Económica
- h. Efecto Invernadero
- i. Tecnología
- j. Otras. Mencionarlas

Nota: Formulario en Anexo 1

En el siguiente gráfico (Nº 5) se muestran los resultados en porcentaje de las respuestas de los estudiantes en cuanto a la percepción sobre la energía nuclear.

Gráfico 5: Porcentaje de respuestas en función de las palabras que los estudiantes asocian con la energía nuclear.



El porcentaje más alto de respuestas tiene que ver con una percepción negativa sobre el uso de la energía nuclear, asociada mayoritariamente con contaminación y peligro (19,1%). Mientras que un (13,4%) percibe el concepto de tecnología fuertemente asociada a la energía nuclear.

3) Conciencia sobre la existencia de fuentes radiactivas de origen natural y el grado de identificación con la acción humana y tecnológica.

Para la variable conciencia sobre la existencia de fuentes radiactivas de origen natural y el grado de identificación con la acción humana y tecnológica, se define como dimensión “lugares donde se estaría expuesto a radiactividad ambiental” y como indicador “identificar que se estaría expuesto a radiación ambiental en todos los ejemplos propuestos” (Tabla N° 3). En este caso los estudiantes tienen seis posibles escenarios (Figura N° 10), estando en todos expuestos a la radiación natural. Deben señalar todas las opciones en las cuáles creen que estarían expuestos a radiactividad ambiental (Anexo 1).

Figura 10: Consigna presentada a los alumnos: lugares donde se estaría expuesto a radiactividad ambiental

4- Imagina, por un momento, que estás en los siguientes lugares:

<p>a- Debajo de un tendido eléctrico de alta tensión</p> 	<p>b - En una playa al lado de una central nuclear</p> 
<p>c- En una cocina en la que hay un horno microondas</p> 	<p>d- En la época de los dinosaurios.</p> 
<p>e -Te sometes a una tomografía.</p> 	<p>f- Realizas un vuelo en un avión.</p> 

Señala mediante una cruz (X) todas las opciones en las cuales crees que estarías expuesto a radiactividad ambiental.

Nota: Formulario en Anexo 1

Todos los escenarios son correctos por lo que se esperaba que el 100% (los 38 estudiantes) seleccionara cada uno de ellos. En el Gráfico N° 6 se exponen los resultados en porcentaje de respuesta para cada uno de los escenarios.

Gráfico 6: Porcentaje de respuestas en función de los lugares en los cuales los estudiantes consideran que se está expuesto a radiactividad ambiental.



Se considera como respuesta correcta que en todos los casos se está expuesto a radiactividad ambiental, no importando el lugar ni la época histórica. Según estos resultados el mayor porcentaje de respuestas de los estudiantes (28,9%) se da en el caso de la playa en la cual se encuentra cercana una central nuclear. Posiblemente podría deberse a que desconocen el hecho de que a pesar de tratarse de una acción provocada por el hombre, cuenta con medidas de seguridad y blindaje, por lo que no debería afectar al entorno en condiciones normales de funcionamiento. Por otra parte, sólo un 6,5% considera que *en la época de los dinosaurios* no se estaría expuesto a la radiación ambiental.

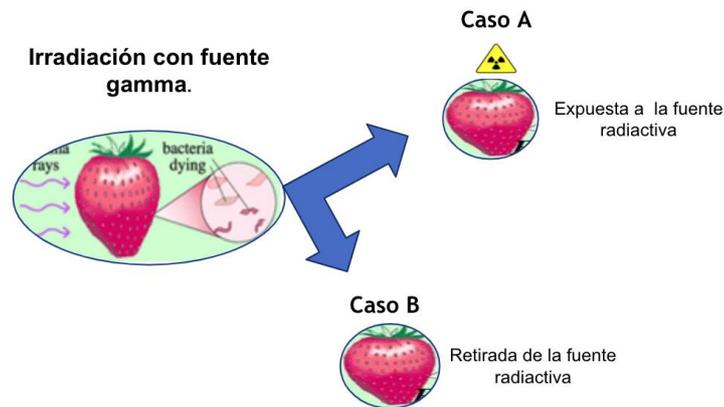
4) Distinción entre irradiación y contaminación.

Para la variable “*distinción entre irradiación y contaminación*” se definen las dimensiones *irradiación* y *contaminación* (Tabla N° 3). Los indicadores respectivos son los siguientes:

- a- reconocer que el proceso de irradiación no implica contacto con el material y no deja radioactiva a la muestra,
- b- y que la contaminación implica la presencia de radionucleidos en la muestra.

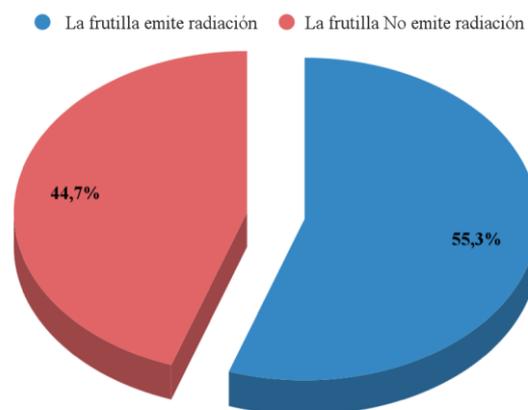
Con el fin de identificar el error conceptual entre ambos términos se propone el caso en el que una frutilla es irradiada (FiguraN° 11) mediante una fuente radiactiva con el fin de eliminar microorganismos que la dañan y luego es alejada de la fuente (Anexo 1). En este caso los estudiantes tendrán que indicar si la frutilla emite radiación o no emite radiación, y si contiene sustancias radiactivas o no.

Figura 11: *Frutilla expuesta a una fuente radiactiva (Caso A) vs. frutilla alejada de la fuente radiactiva (Caso B).*



a- En el gráfico N° 7 se presentan los resultados para el caso de si la frutilla luego de ser retirada de la fuente *emite radiación* o si *no emite radiación*.

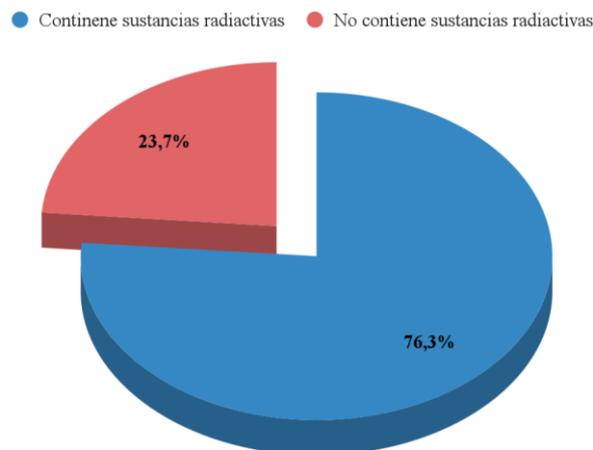
Gráfico 7: *Porcentaje de respuestas en función de si la frutilla emite radiación o no.*



El 55,3% de los estudiantes encuestados opina que la frutilla emite radiación, siendo un 44,7% el porcentaje que reconoce que el proceso de irradiación no implica contacto con el material y no deja radioactiva a la muestra.

b- En el Gráfico N° 8 se presentan los resultados para el caso de si la frutilla luego de ser retirada de la fuente de radiación *contiene fuentes radiactivas* o *no contiene sustancias radiactivas*.

Gráfico 8: Porcentaje de respuestas en función de si la frutilla contiene sustancias radiactivas o no.



Más de dos tercios de los estudiantes encuestados opina que la frutilla luego de ser retirada de la fuente de irradiación *contiene sustancias radiactivas*. La respuesta correcta es lo opuesto ya que la contaminación implica la presencia de radionucleidos en la muestra.

5) Diferenciación entre los conceptos radiactividad, radiación y sustancia radiactiva.

Para la variable “*diferenciación entre los conceptos radiactividad, radiación y sustancia radioactiva*” se establecen tres dimensiones: *radiación*, *radioactividad* y *sustancia radioactiva* (ver tabla N° 3).

Los indicadores para cada una de las dimensiones son los siguientes:

- *radiación*: relacionar el uso de la radiación en medicina con la obtención de imágenes
- *radiactividad*: relacionar lo que se observa en el esquema de decaimiento del Uranio con el fenómeno espontáneo de transformación de un nucleído en otro y la emisión de energía.
- *sustancia radiactiva*: relacionar que las fuentes radiactivas contienen sustancia radioactivas y emiten radiación

Con el fin de reconocer la diferencia entre los conceptos *radiación*, *radiactividad* y *sustancias radiactivas* los estudiantes observaron tres imágenes, indicando si se trata de una sustancia radiactiva, de radiactividad o de radiación.(Figura N° 12)

Figura 12: *Imágenes presentada a los alumnos: diferencia entre los conceptos radiación, radiactividad y sustancias radiactivas*



Esquema de decaimiento del Uranio -238



Imagen del físico alemán Wilhelm Conrad Röntgen quien descubrió los rayos X en 1895.

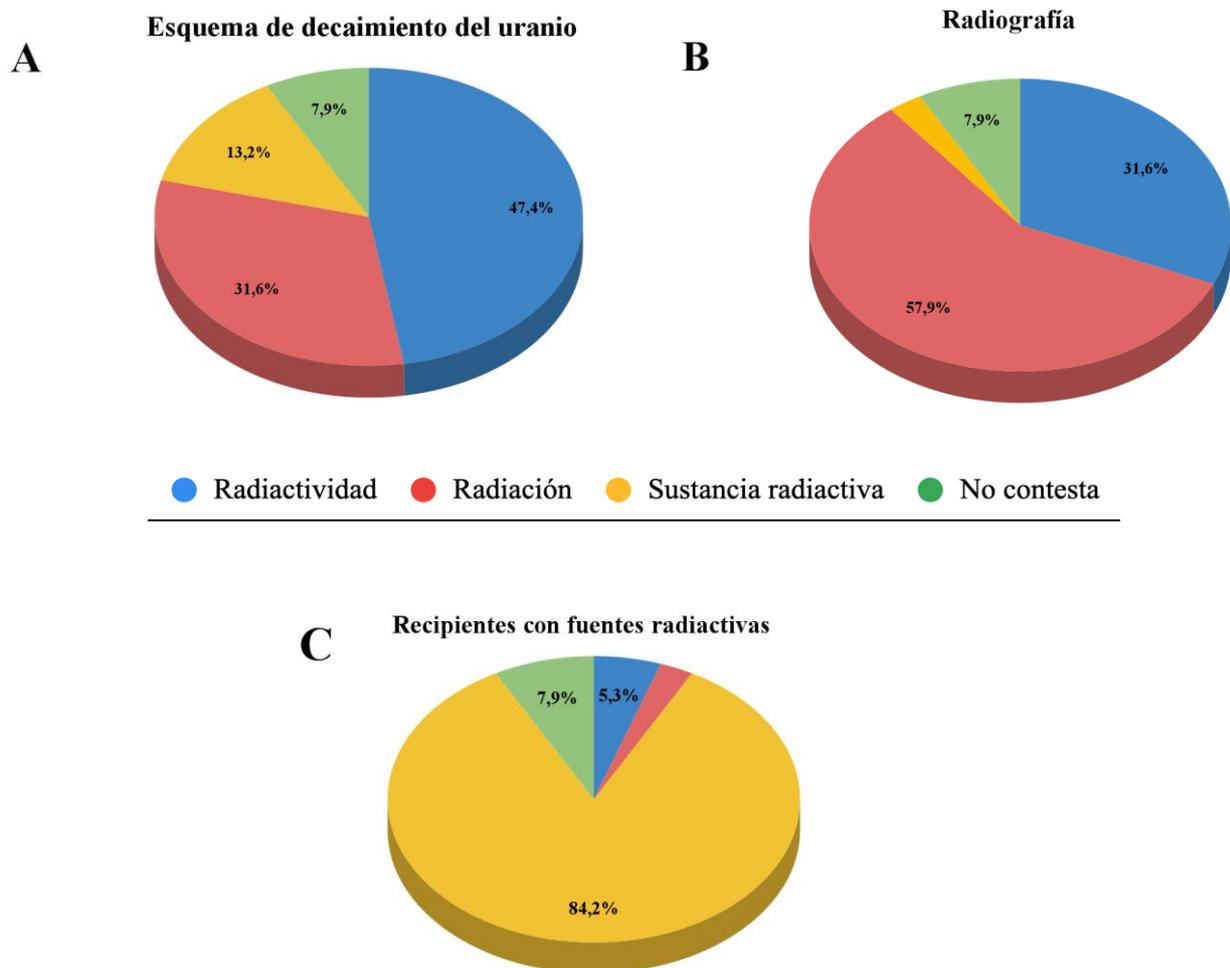


Fuentes radiactivas

Nota: Formulario en Anexo 1

A continuación se exponen los resultados en porcentaje. Se realiza un gráfico para cada una de las imágenes presentadas. (Figura N° 13)

Figura 13: Gráficos de porcentaje de respuestas para cada una de las imágenes sobre radiactividad, radiación y sustancia radiactiva.



A los efectos del análisis de los datos se considera correcta para el decaimiento del Uranio es *radiactividad*, por lo tanto el 47,4% responde correctamente, en este caso las respuestas “radiación” y “sustancia radioactiva” también son correctas, sin embargo a los efectos de éste análisis no se usan en la cuantificación con el fin de discriminar cada concepto por separado. Por otro lado, en el caso de la imagen de la radiografía del físico alemán Wilhelm Conrad Röntgen quien descubrió los rayos X en 1895 la opción considerada correcta es “radiación”, el 57,9% de los estudiantes responden correctamente. Mientras que para la foto de los recipientes es “sustancia radiactiva” la opción considerada correcta, en virtud de lo cual se observa que el 84,2% de los estudiantes responde correctamente.

4.1.1 Discusión

Los estudiantes de 2do año de bachillerato presentan ideas previas sobre Química Nuclear y Radiactividad, entre las cuales se destacan:

- que la radiación emitida a medida que transcurre el tiempo se mantiene constante (48,6%),
- que la materia emite radiación si ha sido expuesta a una fuente radiactiva (55,3%),
- y que la materia contiene sustancias radiactivas aunque se haya separado de la fuente radiactiva (76,3%), siendo esta última la más marcada coincidiendo con lo presentado en el estudio de Corbelle y Dominguez (2016).

En lo referido a energía nuclear la idea previa detectada es que la transformación de ésta en otras formas de energía se da en una central termoeléctrica y en una pila común, lo cual es detectado anteriormente por Gutiérrez et. al (2000). La energía nuclear además es percibida por los estudiantes encuestados como peligrosa y contaminante coincidiendo con los estudios de De Posada y Prieto (1997), Miño et al. (2013), Gutierrez et.al., (2000) y Cornejo et.al, (2010) y Corbelle y Dominguez (2015). Estos autores plantean la existencia de una percepción negativa respecto a la energía nuclear cargada de sentimientos como miedo o desconfianza. Esta percepción se evidencia también en las respuestas que relacionan la energía nuclear con las palabras *tecnología* y *calor*, posiblemente porque tanto para fabricar una bomba atómica como para poner en funcionamiento una planta nuclear se necesita de los avances tecnológicos.

En referencia a la existencia de la *radiación ambiental* se presentan respuestas relacionadas a que no se está expuesto a ella en la época de los dinosaurios y tampoco durante un viaje en un avión. Posiblemente esto se deba a la escasa conciencia de radiación natural que nos rodea. Además se detecta confusión entre los conceptos de *radiación natural* y *radiación ambiental*. Se observan porcentajes comparables (28,0%) en las respuestas respecto a: la exposición en la playa donde hay una central nuclear (que puede asociarse tanto a radiación natural como ambiental) y al someterse a una tomografía (27,1%). Esto podría relacionarse con una mayor percepción de riesgo asociado a la radiación en un área cercana a una central nuclear, que con respecto a un procedimiento médico que presenta una exposición netamente mayor.

El cuestionario para la recolección de la información fue elaborado considerando otros instrumentos ya utilizados en investigaciones como las de Corbelle y Dominguez (2016), Aubrecht y Torick (2000), Prather y Harrington (2001) y Gutierrez et.al (2000) como se

menciona en el capítulo metodológico. Posteriormente fue revisado por integrantes del Área de Radioquímica y testado para esta investigación con una muestra de alumnos similar a la estudiada, quienes dieron sus devoluciones y fueron incorporados al cuestionario final. No obstante, luego del análisis de los datos se observa que el cuestionario presenta oportunidades de mejora, que se tendrían que considerar en futuras investigaciones y que se profundizan en el capítulo conclusiones y perspectivas.

4.2. Objetivo 2

Determinar si la intervención con un taller provoca cambios en las respuestas de los estudiantes en relación a las ideas previas detectadas.

A continuación se presentan los resultados respecto a si las respuestas cambian luego de participar en el taller. Los apartados que se analizan a continuación se basan en el estudio de cada una de las variables planteadas anteriormente. Para cada variable a su vez se detallan los resultados por dimensión como se especificaron en el capítulo metodológico en la Tabla N° 3.

Apartados:

- En primer lugar se presentan los resultados de P1 y P2 del grupo experimental A/E para identificar si hubo un cambio en las respuestas de las ideas previas con posterioridad al taller.
- En segundo lugar se analizan los resultados de la comparación entre el grupo experimental A/E y el grupo control D/F, como forma de determinar si el cambio en las respuestas se da efectivamente por la influencia del taller.
- Luego se comparan los grupos control C y B con el fin de determinar si la participación en el taller produce un cambio en el porcentaje de respuestas de las ideas previas, o fue por un aprendizaje a partir de la realización de P1 (por ejemplo si hubo una noticia de algún evento relacionado a la temática, o el estudiante por curiosidad se informa sobre el tema)
- Posteriormente se presentan y analizan los resultados de comparar los grupos A/E y C para determinar si el hecho mismo de someterse a P1 altera los resultados finales del grupo experimental A/E.
- Por último se comparan los grupos B y D/F con el fin de analizar si P1 ha influido en las respuestas de los estudiantes independientemente de si participaron del taller o no.

Para los casos en los que se realizan comparaciones de grupos, los resultados se presentan en tablas, que se complementan con análisis estadístico aplicando el *test de Student* de dos muestras con un 95% de confianza y un $p < 0,05$. Se opta por este método porque la distribución de probabilidad de *t* de Student permite comparar dos medias cuando las muestras son pequeñas como lo es en este caso. El detalle de los análisis estadísticos por *t Student* se encuentran en Anexo 7. Las tablas contienen todas las respuestas, sin embargo, para simplificar el análisis estadístico de los resultados se seleccionan para estudiar solo las respuestas consideradas correctas (resaltadas con color gris tenue). Se considera que si hay una variación estadísticamente significativa entre P1 y P2 podría deberse a que la participación en el taller estaría provocando un cambio en las respuestas de los estudiantes. En este sentido y para este estudio se toma como referencia los resultados de P2, tal que se considera una variación positiva cuando el porcentaje de respuestas correctas en P2 es estadísticamente mayor a P1 ($P2 > P1$) y una variación negativa cuando el porcentaje de respuestas correctas en P2 es estadísticamente menor a P1 ($P2 < P1$). La información ha sido procesada en hojas de cálculo a través de una matriz de datos (Anexo 6).

4.2.1. Grupo experimental A/ E

El grupo experimental A/E realiza P1, luego participa del taller y posteriormente realiza P2 según el siguiente diseño:

Grupo A/E	P1	Taller	P2
-----------	----	--------	----

A continuación se presentan los porcentajes de respuestas para lo cual se procesan 72 formularios distribuidos entre P1 (38 respuestas) y P2 (34 respuestas). El grupo A completa 20 formularios en P1 y en P2, mientras que el grupo E completa 18 formularios en P1 y 14 en P2. Si los resultados son significativamente diferentes entre la P1 y la P2, entonces el acto de participar del taller ha influido en las respuestas de los estudiantes.

1) Ideas previas sobre Radiactividad.

A continuación presentan los resultados de P1 y P2 sobre las ideas previas que presentan los alumnos respecto a la Radiactividad. Se detallan según las dimensiones planteadas:

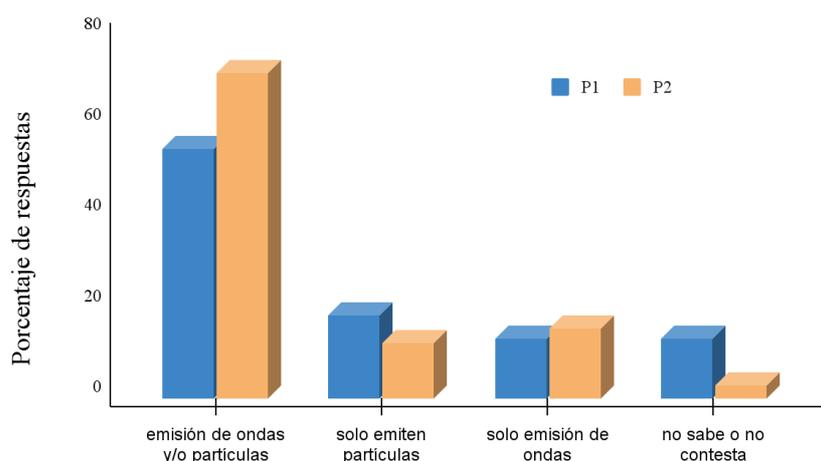
- a- Propiedad de los materiales radiactivos,
- b- Cambio energético de los núcleos atómicos radiactivos

c- Variación de la actividad de una muestra radiactiva en el transcurso del tiempo.

a- Propiedad de los materiales radiactivos.

En el gráfico N° 9 se exponen las respuestas de P1 y P2 respecto a este indicador.

Gráfico 9: *Propiedades de ciertos elementos químicos en función de la cantidad de respuestas en P1 y en P2 para el grupo experimental A/E.*

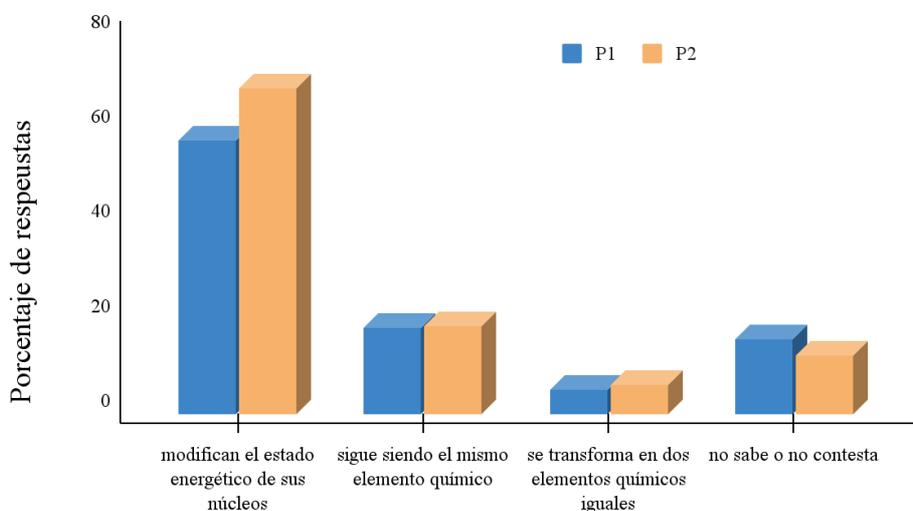


Se toma como respuesta correcta: *emisión de ondas y partículas*, la cual en P2 fue más seleccionada que en P1, por consiguiente el porcentaje de respuestas disminuyó con una redistribución en las demás opciones, excepto en la opción *solo emisión de ondas*, que en P2 presenta un leve aumento. Es de destacar que los alumnos que marcaron *no sabe/ no contesta* son muchos menos en P2, con un corrimiento hacia las demás opciones de respuestas.

b- Cambio energético de los núcleos atómicos radiactivos:

Los resultados de P1 y P2 son presentados a continuación en el Gráfico N° 10.

Gráfico 10: *Qué sucede con los materiales radiactivos al emitir radiación en función de la cantidad de respuestas en P1 y en P2 para el grupo experimental A/E.*

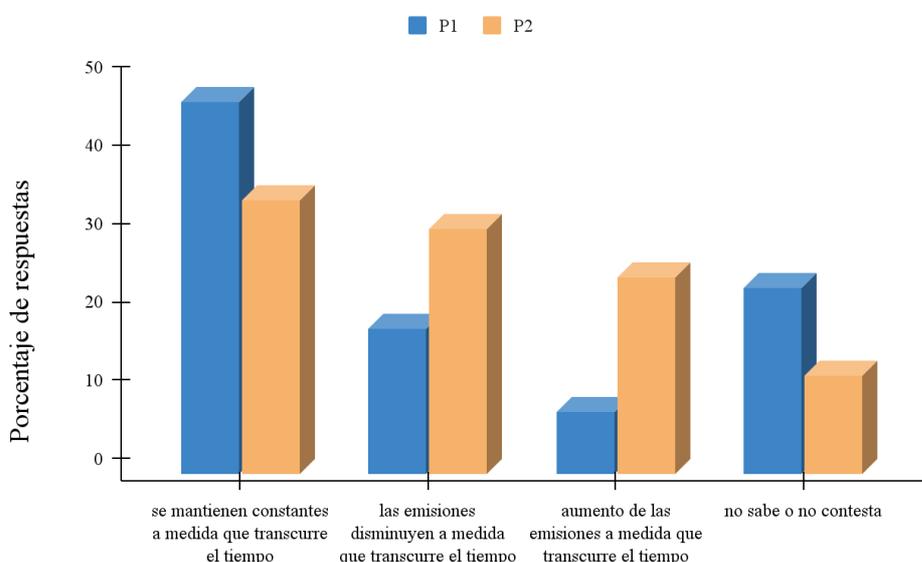


La respuesta considerada correcta en este caso es que *modifican el estado energético de sus núcleos*, siendo en la P2 el mayor el porcentaje de estudiantes que la seleccionan. La opción “*no sabe/no contesta*”, estadísticamente disminuyó.

c- Variación de la actividad de una muestra radiactiva en el transcurso del tiempo.

A continuación en el Gráfico N° 11 se presentan los resultados de P1 y P2 sobre la variación de la actividad de una muestra radiactiva a medida que transcurre el tiempo.

Gráfico 11: *Emisión de materiales radiactivos en función de la cantidad de respuestas en P1 y en P2 para el grupo experimental A/E.*

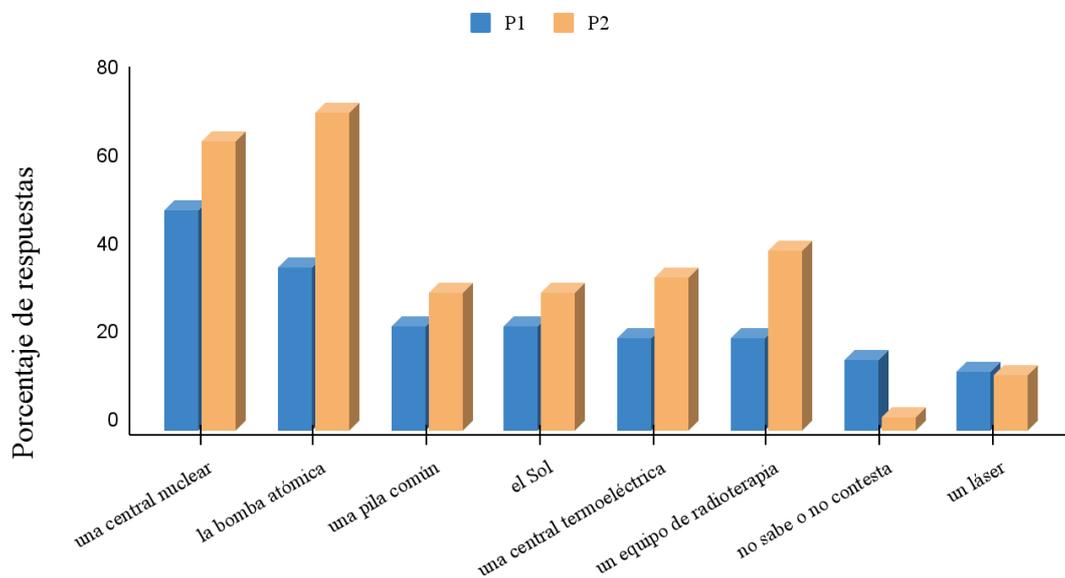


Se observa un aumento en el porcentaje de respuestas correctas en P2 (*la actividad disminuye a medida que transcurre el tiempo*), y una disminución estadística en el porcentaje de *no sabe/no contesta* y *se mantiene constante*, sin embargo hay un incremento en P2 en cuanto a que *las emisiones aumentan en el transcurso del tiempo*.

2) Ideas previas sobre energía nuclear

A continuación presentan los resultados en el Gráfico N°12 de P1 y P2 sobre la transformación de la energía nuclear en otras formas de energía.

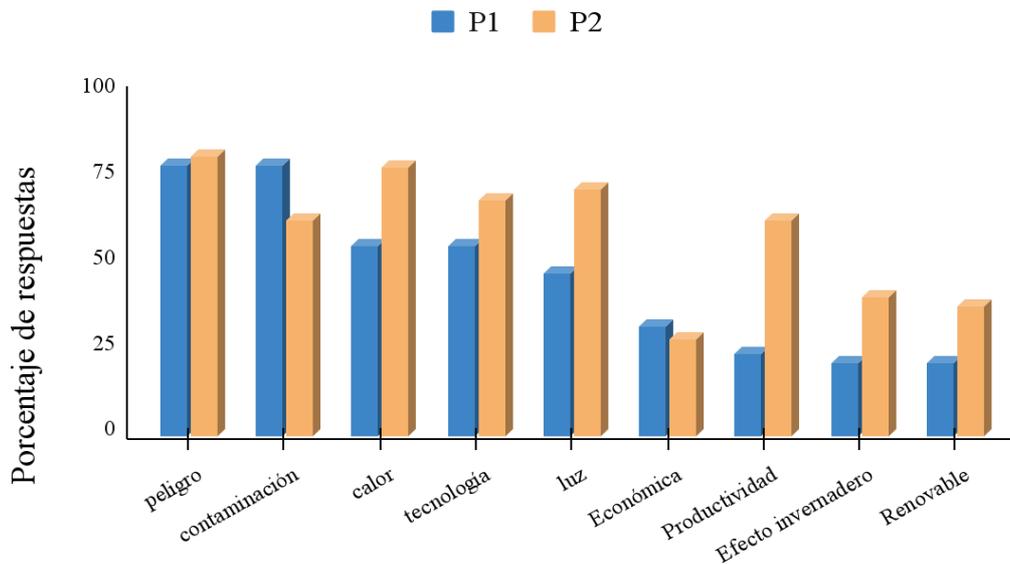
Gráfico 12: Transformación de la energía nuclear en otras formas de energía en función de la cantidad de respuestas en P1 y en P2 para el grupo experimental A/E.



Las respuestas consideradas correctas (*una central nuclear, la bomba atómica, el Sol y un equipo de radioterapia*) en P2 tuvieron un aumento estadísticamente significativo, así mismo se observa un pequeño aumento en el porcentaje de respuestas que podría relacionarse por la redistribución de los estudiantes que habían elegido la opción *no sabe/ no contesta* en P1, antes de participar del taller, y que como se observa en P2 disminuyó significativamente, incluso al haber perdido unidades de análisis (estudiantes que completan el cuestionario) ya que en P1 $n=38$ y en P2 $n= 32$.

El Gráfico N°13 muestra los resultados de P1 y P2 sobre la asociación que hacen los estudiantes de algunas palabras con la energía nuclear.

Gráfico 13: Palabras que los estudiantes asocian con energía nuclear en función de la cantidad de respuestas en P1 y en P2.

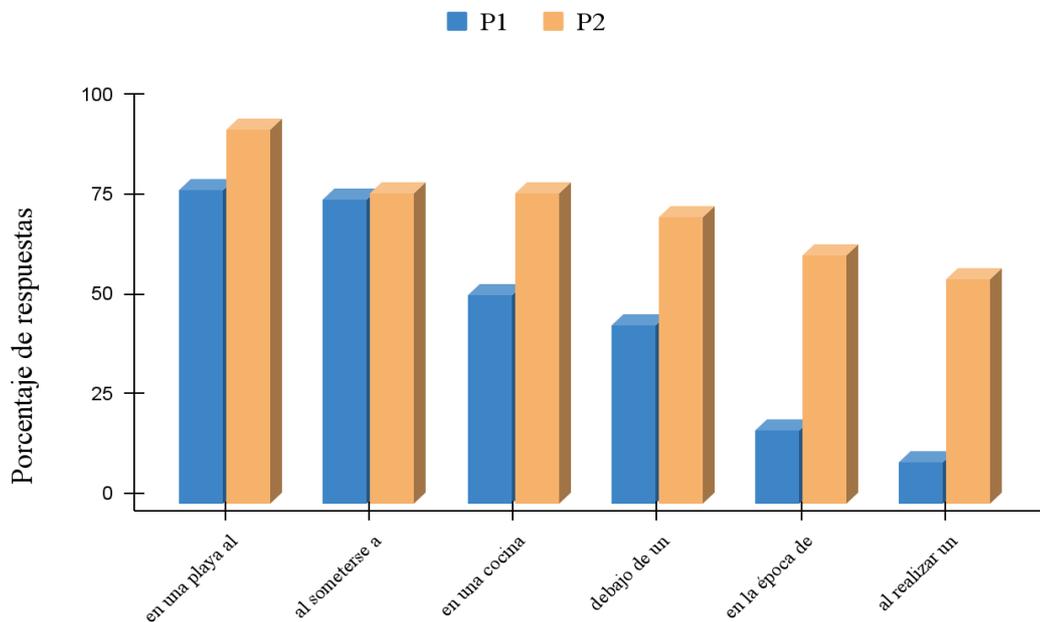


Las palabras más seleccionadas en P1 son *peligro* y *contaminación* que luego de participar del taller esta última estadísticamente bajó considerablemente, no siendo así *peligro* que presenta un leve aumento, mientras que *tecnología*, *productividad*, *renovable* y *efecto invernadero* aumentaron significativamente.

3) Conciencia sobre la existencia de fuentes radiactivas de origen natural y el grado de identificación con la acción humana y tecnológica.

En el Gráfico N° 14 se presentan los resultados de P1 y P2 de lugares en los cuales se está expuesto a radiación ambiental. Todas las opciones son consideradas correctas porque más allá de la situación puntual que se presenta, en todas hay existencia de radiación ambiental. No importa si es un lugar donde hay una central nuclear, un tendido eléctrico, un horno microondas, en un avión, sometiéndose a una tomografía o en la época de los dinosaurios.

Gráfico 14: Posibles lugares en los cuales se está expuesto a radiación ambiental en función de la cantidad de respuestas en la prueba 1 (P1) y en la prueba 2 (P2), para el grupo experimental A/E.

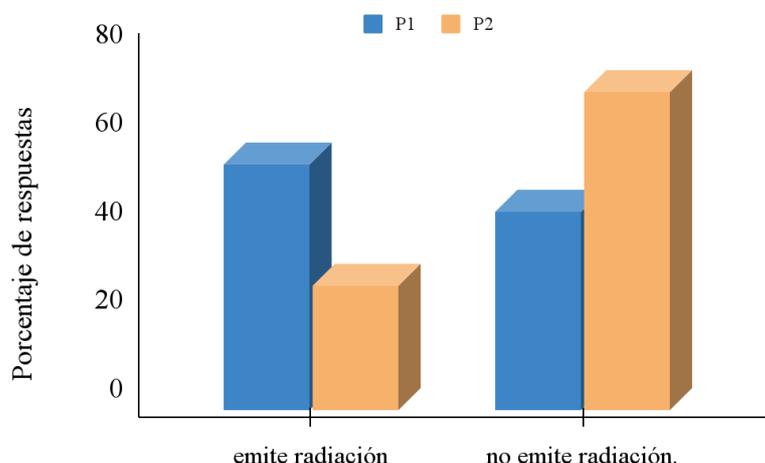


Considerando que en todos los casos se está expuesto a radiación ambiental se puede apreciar un incremento estadístico en P2 luego de participar del taller en *la época de los dinosaurios* y *al realizar un vuelo en un avión*. Sin embargo se observa también un aumento en las demás opciones que en este caso no se puede determinar a qué se debe el mismo, si ocurre por participar del taller, o por la confusión entre radiación natural y radiación ambiental.

4) Distinción entre irradiación y contaminación.

a- En el siguiente Gráfico N° 15 se presentan los resultados en P1 y P2 sobre si una frutilla al ser retirada de la fuente radiactiva emite o no emite radiación.

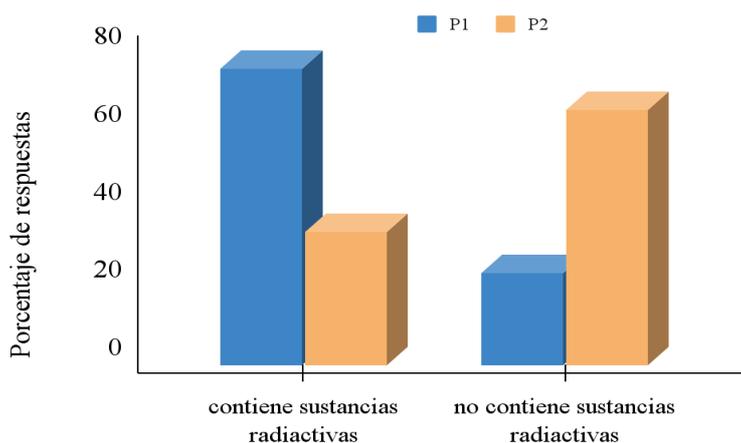
Gráfico 15: *Frutilla luego de separada de la fuente emite o no radiación en función de la cantidad de respuestas en la prueba 1 (P1) y en la prueba 2 (P2)*



La idea previa de que la materia al ser expuesta a una fuente radiactiva *emite radiación* está muy presente en los estudiantes en P1. Luego de participar del taller esto se modifica observándose en P2 un corrimiento de las respuestas hacia que la frutilla *no emite radiación*.

b- En el siguiente Gráfico N° 16 se presentan los resultados en P1 y P2 sobre si una frutilla al ser retirada de la fuente radiactiva contiene sustancia radiactiva o no.

Gráfico 16: *La frutilla luego de separada de la fuente contiene sustancias radiactivas o no en función de la cantidad de respuestas en la prueba 1 (P1) y en la prueba 2 (P2).*

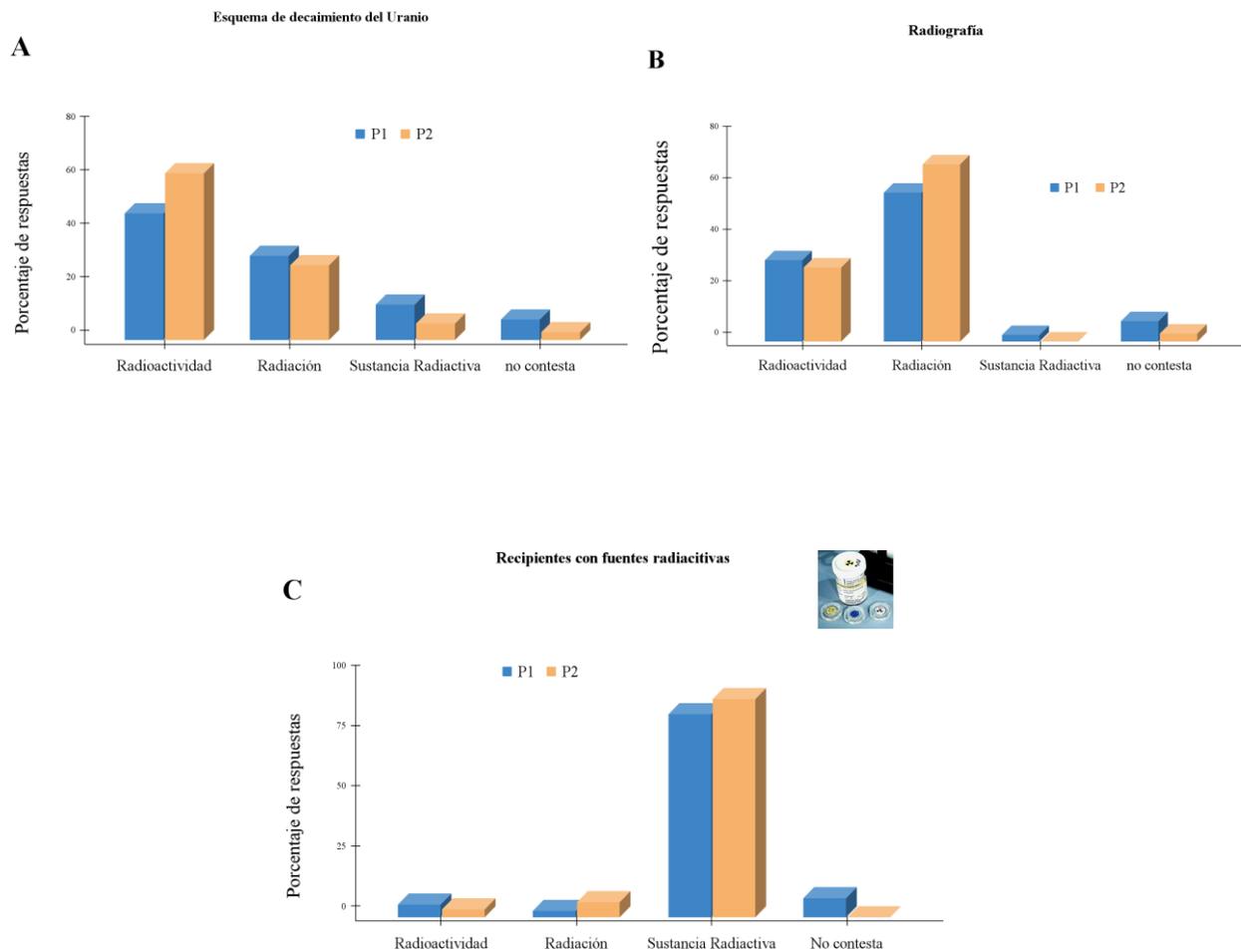


La idea previa de que la contaminación implica la presencia de radionucleidos en la muestra es identificada de forma muy marcada en P1, luego de haber participado del taller hay un corrimiento en las opciones de respuesta, lo que se puede apreciar en los resultados de P2.

5) Diferenciación entre los conceptos radiactividad, radiación y sustancia radiactiva.

A continuación se presentan los resultados en P1 y en P2 para las imágenes presentadas a los estudiantes con el fin de que identifiquen en ellas si se trata de *radiactividad*, *radiación* o *sustancia radiactiva*. (Gráfico N° 18)

Figura 14: Gráficos de Porcentaje de respuestas en P1 y P2 sobre radiactividad, radiación y sustancia radiactiva.



Nota: A) en función de la diferenciación entre radiactividad, radiación y sustancia radiactiva, B) en función de la diferenciación entre radiactividad, radiación y sustancia radiactiva para el caso del decaimiento del Uranio, y C) en función de la diferenciación entre radiactividad, radiación y sustancia radiactiva para la imagen de recipientes con fuentes radiactivas.

En el Gráfico A, se observa que la opción considerada correcta (*radiactividad*) aumenta estadísticamente en P2, mientras que las otras opciones y *no sabe/no contesta* disminuyen proporcionalmente. En el gráfico B la opción considerada correcta es *radiación* y también hubo un corrimiento en las respuestas proporcional a la disminución de las otras opciones y

no sabe/ no contesta'. Lo mismo ocurre en el Gráfico C con la respuesta correcta, *sustancias radiactivas*.

Esto podría indicar que en los tres casos, luego de participar del taller, las respuestas de los estudiantes tuvieron una variación significativa.

4.2.1.1 Discusión:

Teniendo en cuenta los resultados de comparar P1 y P2 del grupo experimental A/E y realizar un primer análisis se observa un cambio en las respuestas de las ideas previas luego de la participación en el taller, y en general, hay un aumento estadísticamente significativo en el porcentaje de las respuestas correctas en P2. Así mismo también incrementaron, aunque en menor medida, algunas opciones consideradas incorrectas, y es alto el porcentaje de estudiantes que continúan asociando la energía nuclear con peligro.

Si bien, con sólo la intervención con un taller de 2hs no se puede pretender que haya un cambio en las ideas previas de los estudiantes, los resultados en las respuestas son concordantes con lo que plantean Pesa y Cudmani, (1997); López y Vivas (2008); Carretero y Voss (1994) y Muñoz, (2005) en cuanto a su persistencia y la dificultad para modificarlas, teniendo en cuenta que los alumnos conviven con ellas y que se han formado por la experiencia de acuerdo a sus intereses y oportunidades.

En los puntos que se presentan a continuación se analizan los resultados de los efectos producidos por otras variables ajenas al taller.

4.2.2. Efectos que produce en las respuestas la participación en el taller.

Para determinar el efecto que puede producir en las respuestas de los estudiantes el haber participado del taller se compara P1 y P2 del grupo experimental A/E y del grupo control D/F.

El grupo A/E realizó P1, luego participó del taller y posteriormente realizó P2. Mientras que el grupo D/F realizó P1, no participó del taller y luego hizo P2 según el siguiente diseño:

Grupo A/E	P1	Taller	P2
Grupo D/F	P1	x	P2

De esta forma se puede determinar el efecto en las respuestas de los estudiantes del grupo experimental por haber participado del taller al compararlo con un grupo control que no asistió.

En este apartado se presentan los resultados en porcentajes de P1 y P2 del grupo experimental A/E y del grupo control D/F, resaltando las respuestas correctas para lo cual se procesan los datos de 169 formularios distribuidos entre A/E (72 respuestas) y D/F (97 respuestas).

Se realiza test de Student para cada una de las opciones correctas (Anexo 7)

1) Ideas previas sobre Radiactividad.

Los mismos resultados mostrados anteriormente en forma de gráficas para A/E se resumen a continuación en la Tabla N° 9. La tabla muestra los porcentajes de respuestas de P1 y P2 del grupo experimental A/E y del grupo control D/F de la variable ideas previas sobre radiactividad.

Tabla 9: Ideas previas sobre radiactividad (Grupos A/E – D/F)

Consigna	Opciones	Grupo (A/E)		Grupo (D/F)	
		P1(%)	P2 (%)	P1(%)	P2 (%)
Identificar las propiedades que caracterizan a ciertos elementos químicos.	de partículas	18,4	12,5	14,9	16,7
	de ondas	13,2	15,6	0,0	14,3
	de ondas y /o partículas	55,3	71,9	59,6	64,3
	No sabe / No contesta	13,2	3,1	25,5	4,8
Indicar qué sucede cuando un material emite radiación.	modifica el estado energético de sus núcleos	57,9	68,8	59,2	78,4
	sigue siendo el mismo elemento químico, pero con menor energía	18,4	18,7	14,3	13,5
	se transforman en dos elementos químicos iguales	5,3	6,3	10,2	8,1
	otra respuesta y que expliquen brevemente	—	—	—	—
	No sabe / No contesta	15,9	12,5	16,3	0,0
Dentro de los materiales radiactivos se encuentran: el I-131, el C-14 y el Pu-239. Sus emisiones, en cualquiera de los tres casos ...	Disminuyen a medida que transcurre el tiempo	18,4	31,3	29,2	29,4
	Aumentan a medida que transcurre el tiempo	7,9	25,0	20,8	11,8
	Se mantienen constantes a medida que transcurre el tiempo	47,4	34,8	16,7	58,8
	Otra respuesta, explique brevemente	—	—	—	—
	No sabe /No contesta	23,7	12,5	33,3	0,0

Nota: En fondo gris se identifican las respuestas correctas.

En cada una de las respuestas correctas se constata una variación estadísticamente significativa, tanto en el grupo A/E como en el grupo D/F. Sin embargo los porcentajes de respuestas correctas en P2 del grupo A/E (con taller) son superiores a los del grupo D/F (sin taller). El participar en el taller posiblemente ha producido una modificación en el porcentaje de respuestas de los estudiantes.

2) Ideas previas sobre energía nuclear

Los resultados de la variable ideas previas sobre energía nuclear son presentados en la Tabla N° 10.

Tabla 10: Ideas previas sobre energía nuclear (Grupos A/E – D/F)

Consigna	Opciones	P1(%)	P2 (%)	P1(%)	P2 (%)
		50,0	65,6	22,9	22,5
	una pila común	23,6	31,3	10,2	7,8
	el Sol	23,7	31,2	6,8	8,8
	un láser	13,1	12,5	6,8	4,9
	la bomba atómica	36,8	71,9	22,0	23,5
	una central termoeléctrica	21,0	34,7	9,3	7,8
	un equipo de radioterapia	21,0	40,6	16,9	18,6
	no sabe /no contesta	15,8	3,1	5,1	5,9
Asociar a la energía nuclear con palabras propuestas.	luz	47,4	71,9	11,4	11,0
	Peligro	79,0	81,2	19,9	21,4
	Calor	55,2	78,1	16,4	17,5
	Removable	21,0	37,5	4,5	4,5
	contaminación	79,0	62,5	18,9	20,8
	Productividad	23,7	62,5	6,0	6,5
	Económica	31,6	28,1	4,5	1,3
	efecto invernadero	21,0	40,6	5,0	5,2
	Tecnología	55,2	68,7	13,4	11,7

Identificar la transformación de energía nuclear en otras formas de energía.

Se constató una variación estadísticamente significativa en el grupo A/E al comparar el porcentaje de respuestas correctas. Mientras que en el grupo D/F también se observa una variación estadísticamente significativa pero el porcentaje de respuestas correctas es mucho menor. Esto podría indicar que el taller ha provocado un cambio en las respuestas de los estudiantes.

Asociar a la energía nuclear con palabras propuestas.

Las palabras *peligro* y *contaminación*, que fueron las más asociadas con energía nuclear en A/E. Luego de participar del taller el porcentaje de respuestas referidas a *contaminación* bajó mientras que *peligro* aumentó. En el grupo D/F que no participó del taller ambos porcentajes aumentaron.

En este caso no se consideró aplicar t de Student, ya que la interpretación del significado de las palabras en este contexto es subjetiva dependiendo de la percepción del estudiante, por lo que las variaciones no pueden ser cuantificadas por esta metodología.

3) Conciencia sobre la existencia de fuentes radiactivas de origen natural y el grado de identificación con la acción humana y tecnológica.

El porcentaje de respuestas de la variable conciencia sobre la existencia de fuentes radiactivas de origen natural y el grado de identificación con la acción humana y tecnológica de cada prueba (P1 y P2) es presentado en la Tabla N° 11, tanto para el grupo A/E como para el Grupo D/F.

Tabla 11: Ideas previas sobre radiactividad ambiental (Grupos A/E – D/F)

Consigna	Opciones	Grupo (A/E)		Grupo (D/F)	
		P1(%)	P2 (%)	P1(%)	P2 (%)
Señalar todas las opciones en las cuáles se estaría expuesto a radiactividad ambiental.	debajo de un tendido eléctrico de alta tensión	44,7	71,9	19,2	16,3
	en una playa al lado de una central nuclear.	78,9	93,8	21,6	25,9
	en una cocina en la que hay un horno microondas	52,6	78,1	19,2	20,7
	en la época de los dinosaurios	18,4	62,5	4,8	3,0
	al someterse a una tomografía	76,3	78,1	24,0	25,9
	al realizar un vuelo en un avión	10,5	56,3	11,4	8,1

Nota: En fondo gris se identifican las respuestas correctas.

Los estudiantes identifican que se está expuesto a radiación ambiental en todos los ejemplos propuestos. El grupo A/E presenta una diferencia estadísticamente significativa en el porcentaje de las respuestas entre P1 y P2, siendo en P2 mayor el porcentaje que en P1 en todos los casos. En cambio, en el grupo D/F que no participó del taller, se constata que para los casos *debajo de un tendido eléctrico de alta tensión*, *en la época de los dinosaurios* y *al realizar un vuelo en un avión* si bien hay una diferencia significativa en el porcentaje de respuestas, en P2 es menor que en P1. Esto indicaría una fuerte influencia del taller en el grupo A/E.

Se constata una variación estadísticamente significativa al comparar los porcentajes de respuestas entre P1 y P2 de ambos grupos (A/E y D/F).

4) Distinción entre irradiación y contaminación.

Los resultados de la variable distinción entre irradiación y contaminación se detallan en la tabla de datos N°12, con los porcentajes de respuestas en P1 y P2 del grupo A/E y del grupo D/F.

Tabla 12: Ideas previas sobre irradiación y contaminación (Grupos A/E – D/F)

Consigna	Opciones	Grupo (A/E)		Grupo (D/F)	
		P1(%)	P2 (%)	P1(%)	P2 (%)
Frutilla cerca de una fuente radiactiva	la frutilla emite radiación	56,3	28,1	48,9	42,9
	la frutilla no emite radiación	44,7	71,9	51,1	57,1
Frutilla luego de ser expuesta y haber sido separada de una fuente radiactiva	la frutilla contiene sustancias radiactivas	76,3	34,4	63,0	66,7
	la frutilla no contiene sustancias radiactivas	23,7	65,6	37,0	33,3

Nota: En fondo gris se identifican las respuestas correctas..

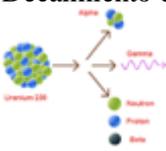
El grupo A/E que participa del taller presenta un porcentaje de respuestas mayor que el grupo D/F que no participa del taller. Según estos resultados los estudiantes podrían reconocer que el proceso de irradiación no implica contacto con el material y no deja radioactiva la muestra. También que la contaminación implica la presencia de radionucleidos en la muestra por lo tanto la frutilla en este caso no contiene sustancias radiactivas. Luego de participar del taller en ambas respuestas correctas el grupo A/E presenta una mayor diferencia en el porcentaje de respuestas entre P1 y P2 que en el grupo D/F. Esto indicaría una influencia del taller para distinguir entre *irradiación* y *contaminación*.

Se aplica test de Student y se constata una variación estadísticamente significativa al comparar el porcentaje de respuestas entre P1 y P2 en ambos grupos.

5) Diferenciación entre los conceptos radiactividad, radiación y sustancia radiactiva.

En la Tabla N° 13 se presentan los resultados en porcentaje de las ideas previas de los estudiantes referidas a *radiactividad*, *radiación* y *sustancia radiactiva*.

Tabla 13: Ideas previas sobre radiactividad, radiación y sustancia radiactiva (Grupos A/E – D/F)

Imagen	Opciones	Grupo exp. (A/E)		Grupo (D/F)	
		P1 (%)	P2 (%)	P1 (%)	P2 (%)
	Radiación	31,6	28,1	23,3	21,4
	Radiactividad	47,4	62,5	48,8	50,0
	sustancias radiactivas	13,2	6,3	25,6	16,7
	No contesta	7,8	3,1	2,3	11,9
	Radiación	57,9	68,8	77,6	65,0
	Radiactividad	31,6	28,1	18,4	17,5
	sustancias radiactivas	2,6	0,0	0,0	5,0
	No contesta	7,9	3,1	2,0	12,5
	Radiación	2,6	6,3	0,0	2,4
	Radiactividad	5,2	3,1	18,4	23,8
	sustancias radiactivas	84,3	90,6	79,6	64,3
	No contesta	7,9	0,0	2,0	9,5

Nota: En fondo gris se identifican las respuestas correctas.

Los estudiantes en A/E relacionan el uso de la radiación en medicina con la obtención de imágenes, el esquema de decaimiento del Uranio con el fenómeno espontáneo de transformación de un nucleído en otro con emisión de energía y que las fuentes radiactivas *contienen sustancia radioactivas y emiten radiación*. Luego de participar del taller los porcentajes de respuestas correctas son notoriamente mayores, no siendo así en el grupo D/F (que no participó del taller) mientras que solo se observa un leve cambio en las respuestas en cuanto al concepto de *radiactividad*. El análisis estadístico con test de Student indica que se da una variación significativa entre P1 y P2 en ambos grupos.

4.2.2.1 Discusión:

El grupo experimental, en la mayoría de los casos, obtuvo un mayor cambio estadísticamente significativo en las respuestas entre P1 y P2 que el grupo control, posiblemente por la influencia del taller. Sin embargo hay algunas excepciones como por ejemplo respecto a que los materiales que emiten radiación *modifican el estado energético de sus núcleos*, que el

grupo control (D/F) presenta una diferencia mayor entre P1 y P2, que el grupo experimental (A/E). En varios casos los resultados entre los grupos son similares, por lo que es necesario realizar otros análisis para determinar si el taller produce cambios en las respuestas. Estos cambios podrían ser debido a que los estudiantes por curiosidad luego de realizar P1 buscaron información por su cuenta, la docente abordó el tema en clase, o se produjo algún evento que nutrió de información al estudiante, entre otros factores que puedan estar interviniendo.

4.2.3. Influencia del taller sin la contribución de P1

En este caso los grupos de estudio C y B no realizan P1. Esto permite comparar los resultados de participar en el taller sin considerar el posible aprendizaje de los temas al haber realizado el cuestionario con anterioridad. Para este análisis se toman los grupos control el grupo C, que participa del taller y luego realiza P2, y el grupo B que solo realiza P2, según el siguiente diseño:

Grupo C	X	Taller	P2
Grupo B	X	x	P2

Se analizan 46 formularios distribuidos entre el grupo C (22 respuestas) y el grupo B (24 respuestas). A continuación se presentan los resultados en porcentajes de las variables estudiadas, resaltando las respuestas correctas. Se realiza test de Student para cada una de las opciones correctas (Anexo 7)

1) Ideas previas sobre Radiactividad.

En la Tabla N° 14 se presentan los porcentajes de las respuestas referidos a las ideas previas de los estudiantes sobre *radiactividad*.

Tabla 14: Ideas previas sobre radiactividad (Grupos B - C)

Consigna	Opciones	Grupo B (sólo P2) %	Grupo C (Taller y P2) %
Identificar las propiedades que caracterizan a ciertos elementos químicos	de partículas	41,7	9,1
	de ondas	8,3	4,5
	de ondas y /o partículas	33,3	59,1
	No sabe / No contesta	16,7	27,3
Indicar qué sucede cuando un material emite radiación.	modifica el estado energético de sus núcleos	75,0	59,1
	sigue siendo el mismo elemento químico, pero con menor energía	8,3	4,5
	se transforman en dos elementos químicos iguales	0,0	18,2
	otra respuesta y que expliquen brevemente	0,0	0,0
	No sabe / No contesta	16,7	18,2
Dentro de los materiales radiactivos se encuentran: el I-131, el C-14 y el Pu-239. Sus emisiones, en cualquiera de los tres casos ...	Disminuyen a medida que transcurre el tiempo	11,8	40,9
	Aumentan a medida que transcurre el tiempo	58,8	9,1
	Se mantienen constantes a medida que transcurre el tiempo	5,9	22,7
	No sabe /No contesta	23,5	0,0

Nota: En fondo gris se identifican las respuestas correctas.

El taller ha podido influir en el porcentaje de respuestas en cuanto a identificar las propiedades que caracterizan a ciertos elementos químicos, y determinar qué sucede con la actividad de una muestra radiactiva en el transcurso del tiempo, ya que en el grupo C, que participó del taller, se observa un mayor porcentaje que en el grupo B que no participó del mismo. Mientras que, respecto a que un material al emitir radiación *modifica el estado energético de sus núcleos* en el grupo C no se percibe la influencia del taller en las respuestas.

Al aplicar test de Student se observa una variación estadísticamente significativa entre el grupo B y el grupo C, en cada una de las respuestas correctas (Anexo 7).

2) Ideas previas sobre energía nuclear

Los resultados de las ideas previas sobre energía nuclear son presentados a continuación en la Tabla N° 15

Tabla 15: Ideas previas sobre energía nuclear (Grupos B - C)

Consigna	Opciones	Grupo B (sólo P2) %	Grupo C (Taller y P2) %
Identificar la transformación de energía nuclear en otras formas de energía.	una central nuclear	32,7	19,7
	una pila común	12,5	11,8
	el Sol	5,4	13,2
	un láser	10,7	6,6
	la bomba atómica	10,7	19,7
	una central termoeléctrica	3,6	10,5
	un equipo de radioterapia .	19,6	17,1
	no sabe /no contesta	5,4	1,3
Asociar a la energía nuclear con palabras propuestas.	luz	17,9	12,8
	Peligro	14,3	14,9
	Calor	16,7	17,0
	Removable	8,3	3,2
	contaminación	14,3	16,0
	Productividad	7,1	4,3
	Económica	6,0	6,4
	efecto invernadero	3,6	7,4
	Tecnología	11,9	17,0

En cuanto a identificar la transformación de energía nuclear en otras formas de energía, el taller posiblemente ha producido un cambio en las respuestas de los estudiantes respecto a que la energía nuclear se transforma en otras formas de energía en *el Sol* y en *la bomba atómica*. Sin embargo no sucede lo mismo para la transformación en una *central nuclear* ya que los porcentajes del grupo B que no participó del taller son mayores.

Se aplica test de Student y se constata una variación estadísticamente significativa al comparar los porcentajes de respuestas entre ambos grupos.

Al asociar a la energía nuclear con las palabras propuestas se observa un menor porcentaje en las respuestas de las opciones del grupo C (que participó del taller) con respecto a: *luz, renovable, productividad*, y un aumento en las opciones: *peligro, calor, contaminación, económica, efecto invernadero y tecnología*.

No se consideró aplicar test de Student ya que como se plantea en el punto anterior la significación que cada estudiante le dé a cada palabra es subjetiva dependiendo de su percepción, por lo que estas variaciones no pueden ser cuantificadas por esta metodología.

3) Conciencia sobre la existencia de fuentes radiactivas de origen natural y el grado de identificación con la acción humana y tecnológica.

A continuación en la Tabla N° 16 se presentan los resultados de las respuestas para cada una de los escenarios propuestos.

Tabla 16: Ideas previas sobre radiactividad ambiental (Grupos B - C)

Consigna	Opciones	Grupo B (sólo P2) %	Grupo C (Taller y P2)%
Señalar todas las opciones en las cuáles se estaría expuesto a radiactividad ambiental.	debajo de un tendido eléctrico de alta tension	21,3	18,1
	en una playa al lado de una central nuclear.	28,1	22,9
	en una cocina en la que hay un horno microondas	12,4	14,5
	en la época de los dinosaurios	6,7	13,3
	al someterse a una tomografía	24,7	18,1
	al realizar un vuelo en un avión.	6,7	13,3

Nota: En fondo gris se identifican las respuestas correctas.

Teniendo presente que se considera que en todos los escenarios se está expuesto a radiactividad ambiental los estudiantes del grupo C identifican en un porcentaje levemente mayor que el grupo B que se estaría expuesto *debajo de un tendido eléctrico de alta tensión, en una cocina en la que hay un horno microondas, en la época de los dinosaurios y al realizar un vuelo en un avión*. Mientras que *en una playa al lado de una central nuclear y al someterse a una tomografía* el porcentaje de respuestas es mayor en el grupo B que no participó del taller.

No se constata en este caso, una marcada influencia del taller en las respuestas de los estudiantes. Al aplicarse el test de Student se constata una variación estadísticamente significativa entre los grupos B y C.

4) Distinción entre irradiación y contaminación.

En la tabla de datos N° 17 se detallan los resultados de la variable distinción entre irradiación y contaminación para el porcentaje de respuestas del grupo B y del grupo C.

Tabla 17: Ideas previas sobre irradiación y contaminación (Grupos B - C)

Consigna	Opciones	Grupo B (sólo P2) %	Grupo C (Taller y P2) %
Frutilla cerca de una fuente radiactiva.	la frutilla emite radiación	29,2	50,0
	la frutilla no emite radiación	66,7	50,0
	no sabe /no contesta	4,2	0,0
Frutilla luego de ser expuesta y haber sido separada de una fuente radiactiva	la frutilla contiene sustancias radiactivas	54,2	63,6
	la frutilla no contiene sustancias radiactivas	41,7	36,4
	no sabe /no contesta	4,2	0,0

Nota: En fondo gris se identifican las respuestas correctas.

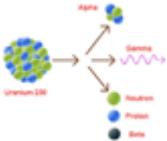
El porcentaje de respuestas del grupo C que participó del taller es menor que en el grupo B en las opciones correctas: *la frutilla no emite radiación* y *la frutilla no contiene sustancias radiactivas*.

Por lo tanto, al comparar el grupo C con el grupo B (que no realizó la P1 y tampoco el taller) no se puede concluir si en el grupo C el taller efectivamente causó un cambio en las respuestas de los estudiantes respecto a la distinción entre *irradiación* y *contaminación*. Se aplica t Student y se constata una variación estadísticamente significativa al comparar los porcentajes entre el grupo B y C

5) Diferenciación entre los conceptos radiactividad, radiación y sustancia radiactiva.

En la Tabla N° 18 se presentan los resultados en porcentaje de las ideas previas respecto a *radiactividad, radiación y sustancia radiactiva* para los grupos B y C.

Tabla 18: Ideas previas sobre radiactividad, radiación y sustancia radiactiva (Grupos B - C).

Consigna	Opciones	Grupo B (sólo P2) %	Grupo C (Taller y P2) %
Decaimiento del Uranio 	Radiación	12,5	36,4
	Radiactividad	37,5	36,4
	sustancias radiactivas	20,8	18,2
	no sabe /no contesta	29,2	9,1
Radiografía 	Radiación	20,8	50,0
	Radiactividad	58,3	40,9
	sustancias radiactivas	0,0	0,0
	no sabe /no contesta	20,8	9,1
Fuentes selladas 	Radiación	0,0	0,0
	radiactividad	0,0	9,1
	sustancias radiactivas	79,2	77,3
	no sabe /no contesta	20,8	9,1

Nota: En fondo gris se identifican las respuestas correctas.

El análisis estadístico con test de Student muestra variación estadísticamente significativa entre los grupos B y C solamente para la opción *radiación*.

En las otras respuestas las variaciones podrían deberse a la confusión derivada de la formulación de la pregunta.

4.2.3.1 Discusión

La influencia del taller no sería la única determinante para el cambio en las respuestas de las ideas previas de los estudiantes. En muchos de los casos el porcentaje de respuestas es mayor en el grupo B que no participó del taller, con respecto al grupo C que sí lo hizo. De esto se desprende que la variación detectada entre el grupo experimental y el grupo control sería causada además por otras variables. Por lo tanto, es necesario realizar otros análisis que ayuden a descartar o no la influencia del taller en las respuestas de los estudiantes.

4.2.4. Influencia de P1 sobre los resultados finales.

En este punto se compara: P2 del grupo control C (que realiza el taller y P2) con P2 del grupo A/E (grupo experimental). Se controla la influencia de la P1 sobre los resultados finales del grupo experimental según el siguiente diseño:

Grupo C	X	Taller	P2
Grupo A/E	P1	Taller	P2

Se procesan 94 formularios distribuidos entre el grupo A/E (72 respuestas entre P1 y P2) y el grupo C (22 respuestas). Si los resultados de P2 del grupo C y P2 del grupo A/E son similares entonces P1 no ha influido en los resultados finales.

A continuación se presentan tablas de datos con los resultados de las respuestas de los grupos para las variables estudiadas, resaltando las respuestas correctas. Así como el análisis estadístico con *test de Student* para los resultados de las opciones tomadas como correctas.

1) Ideas previas sobre Radiactividad.

En la Tabla N°19 se presentan los porcentajes de respuestas de las ideas previas sobre radiactividad, resaltando las opciones correctas.

Tabla 19: Ideas previas sobre radiactividad (Grupos C – A/E)

Consigna	Opciones	Grupo C (Taller y P2) %	Grupo exp. (A/E) %
Identificar las propiedades que caracterizan a ciertos elementos químicos	de partículas	9,1	12,5
	de ondas	4,5	15,6
	de ondas y /o partículas	59,1	71,9
	No sabe / No contesta	27,3	3,1
Indicar qué sucede cuando un material emite radiación.	modifica el estado energético de sus núcleos	59,1	68,8
	sigue siendo el mismo elemento químico, pero con menor energía	4,5	18,7
	se transforman en dos elementos químicos iguales	18,2	6,3
	otra respuesta y que expliquen brevemente	0,0	0,0
Dentro de los materiales radiactivos se encuentran: el I-131, el C-14 y el Pu-239. Sus emisiones, en cualquiera de los tres casos ...	Disminuyen a medida que transcurre el tiempo	40,9	31,3
	Aumentan a medida que transcurre el tiempo	9,1	25,0
	Se mantienen constantes a medida que transcurre el tiempo	22,7	34,8
	No sabe /No contesta	0,0	12,5

Nota: En fondo gris se identifican las respuestas correctas.

Al aplicar *test de Student* se constata una variación estadísticamente significativa al comparar el porcentaje de respuestas de las opciones correctas en cada uno de los casos. Los resultados no son similares por lo que haber realizado P1 estaría influyendo en el resultado final.

2) Ideas previas sobre energía nuclear

Los resultados sobre las ideas previas de energía nuclear son presentados en la Tabla N°20.

Tabla 20: Ideas previas sobre energía nuclear (Grupos C – A/E).

Consigna	Opciones	Grupo C (Taller y P2) %	Grupo (A/E) %
Identificar la transformación de energía nuclear en otras formas de energía.	una central nuclear	19,7	65,6
	una pila común	11,8	31,3
	el Sol	13,2	31,3
	un láser	6,6	12,5
	la bomba atómica	19,7	71,2
	una central termoeléctrica	10,5	34,7
	un equipo de radioterapia .	17,1	40,6
	no sabe /no contesta	1,3	3,1
Asociar a la energía nuclear con palabras propuestas.	Luz	12,8	71,9
	Peligro	14,9	81,2
	Calor	17,0	78,1
	Removable	3,2	37,5
	contaminación	16,0	62,5
	productividad	4,3	62,5
	Económica	6,4	28,1
	efecto invernadero	7,4	40,6
Tecnología	17,0	68,7	

Nota: En fondo gris se identifican las respuestas consideradas correctas.

Se aplica *test de Student* y se observa una variación estadísticamente significativa entre el grupo C y en A/E. Los estudiantes identifican que la energía nuclear se transforma en otras formas *en una central nuclear, en el Sol, el equipo de radioterapia y en la bomba atómica*, sin embargo los porcentajes son muy superiores en el grupo A/E que realizó P1.

Al asociar a la energía nuclear con las palabras propuestas, el grupo A/E presenta un mayor porcentaje en todas las palabras respecto al grupo C, esto indica que el haber realizado P1 estaría influyendo en el resultado final.

No se consideró aplicar *test de Student*, ya que como se plantea en el punto anterior la significación que cada estudiante le dé a cada palabra es subjetiva dependiendo de su percepción, por lo que estas variaciones no pueden ser cuantificadas por esta metodología.

3) Conciencia sobre la existencia de fuentes radiactivas de origen natural y el grado de identificación con la acción humana y tecnológica.

En el siguiente cuadro se detallan los resultados en porcentajes de las respuestas de los estudiantes (Tabla N°21).

Tabla 21: Ideas previas sobre radiactividad ambiental. (Grupos C – A/E)

Consigna	Opciones	Grupo C (Taller y P2)%	Grupo (A/E) %
Señalar todas las opciones en las cuáles se estaría expuesto a radiactividad ambiental.	debajo de un tendido eléctrico de alta tensión	18,1	71,9
	en una playa al lado de una central nuclear.	22,9	93,8
	en una cocina en la que hay un horno microondas,	14,5	78,1
	en la época de los dinosaurios,	13,3	56,3
	al someterse a una tomografía,	18,1	78,1
	al realizar un vuelo en un avión.	13,3	56,3

Nota: En fondo gris se identifican las respuestas correctas).

Se aplica test de Student y se constata una variación estadísticamente significativa en todas las respuestas. Se observa un mayor porcentaje en las respuestas del grupo A/E respecto al grupo C en todas las opciones, por lo que el haber realizado P1 estaría influyendo en el resultado final.

4) Distinción entre irradiación y contaminación.

Los resultados en porcentajes sobre la distinción entre irradiación y contaminación son presentados en la siguiente Tabla N° 22

Tabla 22: Ideas previas sobre irradiación y contaminación (Grupos C – A/E)

Consigna	Opciones	Grupo C (Taller y P2) %	Grupo exp. (A/E) %
Frutilla cerca de una fuente radiactiva.	la frutilla emite radiación	50,0	28,1
	la frutilla no emite radiación	50,0	71,9
Frutilla luego de ser expuesta y haber sido separada de una fuente radiactiva	la frutilla contiene sustancias radiactivas	63,6	34,4
	la frutilla no contiene sustancias radiactivas	36,4	65,6

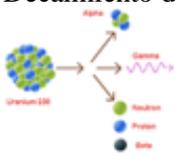
Nota: En fondo gris se identifican las respuestas correctas.

Se aplica *test de Student* y se constata una variación estadísticamente significativa entre los grupos. Al comparar el grupo C con el A/E se observa un mayor porcentaje de respuestas del grupo A/E en cuanto a que *la frutilla no emite radiación* y que *no contiene sustancias radiactivas*, por lo que el haber realizado P1 estaría influyendo en el resultado final.

5) Diferenciación entre los conceptos radiactividad, radiación y sustancia radiactiva.

Los resultados en porcentaje de las ideas previas de las estudiantes referidas a radiactividad, radiación y sustancia radiactiva se detallan en el siguiente cuadro (Tabla N° 23)

Tabla 23: Ideas previas sobre radiactividad, radiación y sustancia radiactiva (Grupos C – A/E)

Consigna	Opciones	Grupo C (Taller y P2) %	Grupo exp. (A/E) %
Decaimiento del Uranio 	Radiación	36,4	28,1
	Radiactividad	36,4	62,5
	sustancias radiactivas	18,2	6,3
	no sabe /no contesta	9,1	3,1
Radiografía 	Radiación	50,0	68,8
	Radiactividad	40,9	28,1
	sustancias radiactivas	0,0	0,0
	no sabe /no contesta	9,1	3,1
Fuentes selladas 	Radiación	0,0	6,3
	radiactividad	9,1	3,1
	sustancias radiactivas	77,3	90,6
	no sabe /no contesta	9,1	0,0

Nota: En fondo gris se identifican las respuestas correctas.

En el análisis estadístico con *test de Student* se constató una variación estadísticamente significativa entre el grupo C y el grupo A/E. Los estudiantes logran diferenciar los términos *radiación*, *radiactividad* y *sustancia radiactiva* en cada uno de los grupos. Sin embargo los porcentajes son muy superiores en el grupo A/E. El haber realizado P1 estaría influyendo en el resultado final.

4.2.4.1 Discusión

Los resultados dan muestra de la gran influencia de P1 en los resultados globales. El grupo experimental A/E que realizó P1 cuenta con un porcentaje de respuestas muy superior al grupo C que no realizó P1. Por lo tanto podría inferirse que el cambio en las respuestas de los estudiantes sería en gran medida provocado por la realización de P1.

Finalmente para completar los análisis de los resultados se estudia la influencia de P1 independientemente de si el estudiante participó del taller o no.

4.2.5. Influencia de P1 independientemente de haber participado del taller

En este apartado se presentan y comparan los resultados en porcentaje de P2 de los grupos B y D/F. El grupo B no realiza P1 ni participa del taller y solo realiza P2, mientras que el grupo D/F como se mencionó anteriormente realiza P1, no participa del taller y realiza P2, según el siguiente diseño:

Grupo B	x	x	P2
Grupo D/F	P1	X	P2

Se analizan 121 formularios distribuidos entre grupo D/F (97 respuestas entre P1 y P2) y grupo B (24 respuestas). Si los resultados de P2 son significativamente diferentes, entonces el acto de realizar la prueba P1 ha influido en los resultados generales. A continuación se presentan las tablas de resultados, resaltando las respuestas correctas.

Se realiza test de Student para cada una de las opciones correctas (Anexo 7)

1) Ideas previas sobre Radiactividad.

En la siguiente Tabla N° 24 se presentan los resultados en porcentaje de ambos grupos .

Tabla 24: Ideas previas sobre radiactividad (Grupos B – D/F)

Consigna	Opciones	Grupo B (sólo P2) %	Grupo (D/F) %
Identificar las propiedades que caracterizan a ciertos elementos químicos	de partículas	41,7	16,7
	de ondas	8,3	14,3
	de ondas y /o partículas	33,3	64,3
	No sabe / No contesta	16,7	4,8
Indicar qué sucede cuando un material emite radiación.	modifica el estado energético de sus núcleos	75,0	78,4
	sigue siendo el mismo elemento químico, pero con menor energía	8,3	13,5
	se transforman en dos elementos químicos iguales	0,0	8,1
	No sabe / No contesta	16,7	0,0
Dentro de los materiales radiactivos se encuentran: el I-	Disminuyen a medida que transcurre el tiempo	11,8	29,4

Tabla 24: Ideas previas sobre radiactividad (Grupos B – D/F)

Consigna	Opciones	Grupo B (sólo P2) %	Grupo (D/F) %
131, el C-14 y el Pu-239. Sus emisiones, en cualquiera de los tres casos ...	Aumentan a medida que transcurre el tiempo	58,8	11,8
	Se mantienen constantes a medida que transcurre el tiempo	5,9	58,8
	No sabe /No contesta	23,5	0,0

Nota: En fondo gris se identifican las respuestas correctas.

Al comparar y aplicar *test de Student* los porcentajes de las respuestas correctas entre ambos grupos, se constata una variación estadísticamente significativa. Los resultados de las opciones correctas entre ambos grupos son muy diferentes y superiores en el grupo que realizó P1, por lo tanto P1 estaría influenciando en los resultados generales.

2) Ideas previas sobre energía nuclear

En la tabla N°25 se presentan los resultados de las ideas previas sobre energía nuclear.

Tabla 25: Ideas previas sobre energía nuclear (Grupos B – D/F)

Consigna	Opciones	Grupo B (sólo P2) %	Grupo (D/F) %
Identificar la transformación de energía nuclear en otras formas de energía.	una central nuclear	32,7	22,5
	una pila común	12,5	7,8
	el Sol	5,4	8,8
	un láser	10,7	4,9
	la bomba atómica	10,7	23,5
	una central termoeléctrica	3,6	7,8
	un equipo de radioterapia	19,6	18,6
	no sabe /no contesta	5,4	5,9
Asociar a la energía nuclear con palabras propuestas.	luz	17,9	11,0
	Peligro	14,3	21,4
	Calor	16,7	17,5
	Removable	8,3	4,5
	contaminación	14,3	20,8
	productividad	7,1	6,5
	Económica	6,0	1,3
	efecto invernadero	3,6	5,2
Tecnología	11,9	11,7	

Nota: En fondo gris se identifican las respuestas correctas.

Al aplicar *test de Student* en las opciones correctas se constata una variación estadísticamente significativa entre los grupos.

Al identificar la transformación de energía nuclear en otras formas de energía P1 estaría influyendo en los resultados para los casos *el Sol* y *la bomba atómica*, no siendo así para la *central nuclear* en la cual el porcentaje de respuestas es mayor en el grupo B que no realizó P1.

En cuanto a asociar a la energía nuclear con palabras propuestas no se consideró aplicar el *test de Student* por los motivos ya mencionados en análisis anteriores, y se constata que el porcentaje de respuestas del grupo D/F es mayor que en el grupo B en las opciones: *peligro*, *calor*, *contaminación* y *efecto invernadero* por lo que P1 estaría influyendo en los resultados de estas opciones.

3) Conciencia sobre la existencia de fuentes radiactivas de origen natural y el grado de identificación con la acción humana y tecnológica.

A continuación se presenta la Tabla N°26 con los resultados de esta variable.

Tabla 26: Ideas previas sobre radiactividad ambiental (Grupos B – D/F)

Consigna	Opciones	Grupo B (sólo P2) %	Grupo (D/F) %
Señalar todas las opciones en las cuáles se estaría expuesto a radiactividad ambiental.	debajo de un tendido eléctrico de alta tension	21,3	16,3
	en una playa al lado de una central nuclear.	28,1	25,9
	en una cocina en la que hay un horno microondas	12,4	20,7
	en la época de los dinosaurios	6,7	3,0
	al someterse a una tomografía	24,7	25,9
	al realizar un vuelo en un avión	6,7	8,1

Nota: En fondo gris se identifican las respuestas correctas.

Al señalar todas las opciones en las cuáles se estaría expuesto a radiactividad ambiental el porcentaje de respuestas del grupo D/F es mayor respecto a la del grupo B para los escenarios: en *al realizar un vuelo en avión* por lo que P1 podría estar interfiriendo en los resultados globales de estas opciones.

4) Distinción entre irradiación y contaminación.

A continuación se detallan los resultados (Tabla N° 27) en porcentajes sobre la distinción entre irradiación y contaminación.

Tabla 27: Ideas previas sobre irradiación y contaminación (Grupos B – D/F)

Situación	Opciones	Grupo B (sólo P2) %	Grupo (D/F) %
Frutilla cerca de una fuente radiactiva.	la frutilla emite radiación	29,2	42,9
	la frutilla no emite radiación	66,7	57,1
	no sabe /no contesta	4,2	-
Frutilla luego de ser expuesta y haber sido separada de una fuente radiactiva	la frutilla contiene sustancias radiactivas	54,2	66,7
	la frutilla no contiene sustancias radiactivas	41,7	33,3
	no sabe /no contesta	4,2	-

Nota: En fondo gris se identifican las respuestas correctas.

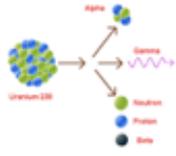
Los resultados de las respuestas correctas del grupo D/F muestran que no habría influencia de P1 en ellas ya que al compararlo con los resultados del grupo B son menores y esto hace pensar incluso que afectó negativamente el haber realizado P1, o que le muestra al ser pequeña no permite realizar este análisis.

Se aplica *test de Student* y se constata una variación estadísticamente significativa en ambos casos.

5) Diferenciación entre los conceptos radiactividad, radiación y sustancia radiactiva.

Los porcentajes de respuestas sobre las ideas previas de los estudiantes referidas a *radiactividad, radiación y sustancia radiactiva* se detallan en la siguiente Tabla N° 28

Tabla 28: Ideas previas sobre radiactividad, radiación y sustancia radiactiva (Grupos B – D/F)

Imagen	Opciones	Grupo B (sólo P2) %	Grupo (D/F)
	Radiación	12,5	21,4
	Radiactividad	37,5	50,0
	sustancias radiactivas	20,8	16,7
	No contesta	29,2	11,9
	Radiación	20,8	65,0
<p>Radiografía</p> 	Radiactividad	58,3	17,5
	sustancias radiactivas	0,0	5,0
	No contesta	20,8	12,5
	Radiación	0,0	2,4
<p>Fuentes selladas</p> 	radiactividad	0,0	23,8
	sustancias radiactivas	79,2	64,3
	No contesta	20,8	9,5
	Radiación	0,0	2,4

Nota: En fondo gris se identifican las respuestas correctas.

Se observa un mayor porcentaje en las respuestas consideradas correctas en este análisis en el grupo D/F para *radiactividad* y *radiación*, mientras que no ocurre lo mismo para la opción *sustancia radiactiva*, no obstante como se comentó en el punto XX las opciones “radiación” y “radioactividad” son correctas y pueden haber generado confusión.

En el análisis estadístico con *test de Student* se constata una variación estadísticamente significativa entre el grupo B y el grupo D/F.

4.2.5.1 Discusión

Los resultados son significativamente diferentes pero no siempre el porcentaje es mayor en el grupo control (D/F) que realizó P1, por lo tanto no se puede inferir con este análisis que P1 sea la causante del cambio en las respuestas de los estudiantes.

4.2.6 Conclusiones de los objetivos 1 y 2

Las ideas previas detectadas en el grupo experimental tienen que ver con

- el desconocimiento de los estudiantes de que vivimos en presencia de radiación ionizante de origen natural,
- la concepción de que el proceso de irradiación implica contacto con el material quedando radiactiva la muestra,
- así como también que la contaminación implica la presencia de radionucleidos en la muestra.

En cuanto a la influencia del taller, no se puede afirmar que el cambio en las respuestas de los estudiantes sea producto de haber participado en él. Tampoco es posible determinar que realizar P1 influye en las respuestas. Por lo tanto los resultados en el grupo experimental A/E podrían haber sido producto de otras causas como por ejemplo:

- el interés de los estudiantes por profundizar en el tema luego de haber completado el primer cuestionario,
- el abordaje del tema en clase dado que se encuentra en el programa oficial de química, la participación en el taller,
- la implementación del taller, entre otras.

Hay que considerar también que la muestra por grupos es relativamente pequeña (entre 22 y 38 estudiantes) y no se puede sacar conclusiones sólo de ella.

Surgen ideas previas que aparecen en otros estudios, pero que en este caso se observan en mayor porcentaje, como por ejemplo el considerar que

- la actividad de una muestra radiactiva se mantiene constante a medida que transcurre el tiempo
- y que en una central termoeléctrica hay transformación de energía nuclear.

En relación al instrumento utilizado es necesario revisar en próximas oportunidades para modificar y adaptar algunos contenidos, como por ejemplo:

- el apartado N° 3 referido a las ideas previas sobre energía nuclear,
- apartado -b que pretende indagar la percepción sobre la energía nuclear con palabras asociadas a la misma ya que surgen asociaciones con el *efecto invernadero*, *luz*, *calor* y *tecnología*, en los cuales habría que profundizar sobre qué es lo que piensan los estudiantes al respecto,
- apartado N° 6, en donde se presentan imágenes que se podrían asociar con *radiación*, *radiactividad* y *sustancia radiactiva*.

4.3 Objetivo

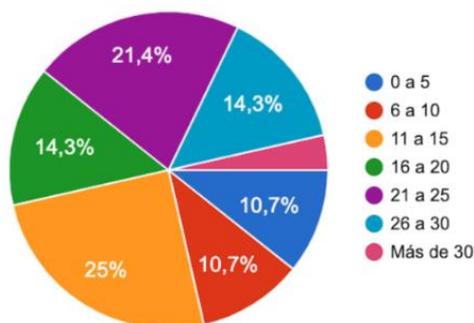
Identificar desde la opinión de los docentes, cuáles son los aspectos que influyen en el trabajo interdisciplinario como estrategia didáctica para abordar las ideas previas de los estudiantes.

Una vez aplicado el cuestionario a los docentes y recogida la información se ha llevado a cabo el análisis de los datos en hoja de cálculo digital.

El grupo de docentes (n=28) que representan la muestra estudiada son colegas de física, química y matemáticas que trabajan en liceos públicos con grupos de 2do año de bachillerato a cargo. Están integrados en un 21,4% por varones y un 78,6% por mujeres. El rango de años de docencia es variado, desde docentes noveles hasta docentes con más de 30 años de experiencia (Gráfico N° 17).

Gráfico 17: Porcentaje de respuesta en función de los años de experiencia docente.

Años de experiencia docente



En cuanto a su trayectoria educativa el 53,6% realizó bachillerato en Ciencias Biológicas, el 25% fisicomatemáticas, el resto se distribuye entre Ciencias Agrarias, Social humanístico y Arte y expresión. El 14,3% ha realizado maestría, el 7,1% diplomaturas, mientras que el 67,9% no cuenta con posgrados (Gráfico N° 18)

Opinión de los docentes de matemáticas, física y química respecto a las Ideas previas y su abordaje interdisciplinar

Con el fin de indagar qué opinan los docentes sobre las ideas previas de sus estudiantes, y la viabilidad de que se realice un abordaje interdisciplinario de las mismas, se analizan en este apartado los resultados de la encuesta realizada a los veintiocho docentes.

A continuación se presentan tablas según porcentajes de respuestas de las dimensiones estudiadas:

- 1- identificar las ideas previas de sus estudiantes
- 2- modificar las ideas previas,
- 3- pensamiento constructivista docente,
- 4- ideas previas y su abordaje en forma interdisciplinaria
- 5- aspectos que influyen en el trabajo interdisciplinario.

Para facilitar el análisis se toman las respuestas de los docentes que indican por un lado *no sé* y por otro lado los porcentajes acumulados de los que señalan estar *de acuerdo - totalmente de acuerdo* y los que están *en desacuerdo - totalmente en desacuerdo*. Los porcentajes acumulados se pueden observar en las tablas resaltados con color gris.

4.3.1 Identificar las ideas previas de los estudiantes

En este apartado se presentan los resultados en porcentajes de la opinión de los docentes en referencia a la predisposición para identificar las ideas previas de sus estudiantes (Tabla N° 29). Esta dimensión se desglosa en los siguientes indicadores:

- Diseño de actividades
- Consideración de que los estudiantes tienen los conocimientos previos necesarios.

Tabla 29: *Porcentaje de respuestas de los docentes respecto a su opinión para identificar las ideas previas de sus estudiantes.*

	Totalmente de acuerdo (%)	De acuerdo (%)	% Acum.	En desacuerdo (%)	Totalmente en desacuerdo (%)	% Acum.	No sé (%)
Utilizo cuestionarios ya publicados para detectar las ideas previas de cada estudiante.	10,7	32,1	42,8	53,6	0,0	53,6	3,6
Aunque considero importante detectar las ideas previas de los alumnos en cada unidad curricular, en general no lo hago porque las desconozco.	10,7	0,0	10,7	75,0	10,7	85,7	3,6
Diseño mis propias actividades (mapas conceptuales, lluvia de ideas, debates) para detectar las ideas previas de mis alumnos.	10,7	64,3	65,0	21,4	0,0	21,4	3,6
En general, debido a la falta de tiempo y extensión del temario asumo que los alumnos tienen adquiridos los conocimientos previos necesarios para abordar nuevos aprendizajes.	7,1	35,7	42,8	50,0	7,1	57,1	0,0

Nota: En fondo gris se resaltan los porcentajes acumulados.

El 42,8 % de los docentes encuestados indica *utilizar cuestionarios ya publicados para detectar las ideas previas* de cada estudiante, siendo un alto porcentaje (85,7%) los que responden que *detectan y consideran importante hacerlo en cada unidad curricular*.

Un 65,0% indica estar de acuerdo en *diseñar sus propias actividades* (mapas conceptuales, lluvia de ideas, debates) con el fin de detectar las ideas previas y algo más del 50% en que la falta de tiempo y extensión del temario no serían factores que lo impidan.

4.3.2 Características de las ideas previas.

A continuación se presenta en la Tabla N°30 los resultados de la opinión de los docentes sobre las características de las ideas.

Tabla 30: *Porcentaje de respuestas de los docentes respecto a las ideas previas de sus estudiantes.*

	Totalmente de acuerdo (%)	De acuerdo (%)	% Acum.	En desacuerdo (%)	Totalmente en desacuerdo (%)	% Acum.	No sé (%)
Las ideas previas de los alumnos son un factor limitante para su aprendizaje	10,0	42,9	52,9	46,4	0,0	46,4	0,0
Las ideas previas de los alumnos son aleatorias.	7,1	39,3	46,4	42,9	7,1	50,0	3,6
Considero que la existencia de ideas previas obstaculiza el aprendizaje significativo de las ciencias.	3,6	35,7	39,3	53,6	7,1	60,7	0,0
Considero que las ideas previas son fáciles de sustituir.	3,6	10,7	14,3	71,4	14,3	84,7	0,0
Si se detectan ideas previas en un estudiante hay que modificar la planificación que tenía preparada para tratar de refutarlas.	3,6	60,7	64,3	32,1	0,0	32,1	3,6
Ante una idea previa errónea, una buena estrategia es provocar en el alumno un conflicto cognitivo. Enfrentarle a una situación donde su preconcepto falle al explicar la realidad.	50,0	42,9	92,9	7,1	0,0	7,1	0,0

Nota: En fondo gris se resaltan los porcentajes acumulados.

El 52,9 % de los docentes está de acuerdo en que *las ideas previas son un factor limitante para el aprendizaje* de los estudiantes, y el 46,4 % que *son aleatorias*, sin embargo para el 60,7% no serían un obstáculo en el aprendizaje significativo de las ciencias.

Así mismo el 84,7 % señala no estar de acuerdo en que las ideas previas *son fáciles de sustituir*, y el 64,3% que si se detectan en un estudiante *hay que modificar la planificación para tratar de refutarlas*.

El 92,9% de los docentes responde que *una buena estrategia para modificar una idea previa es provocar un conflicto cognitivo* y hacer que el estudiante se enfrente a una situación donde su preconcepto falle al explicar la realidad.

4.3.3 Pensamiento constructivista docente

En este punto se hace foco en la opinión de los docentes sobre cuáles serían las causas de las ideas previas y se toman tres parámetros de análisis:

- 1- influencia de los medios de comunicación en las ideas previas de los estudiantes,
- 2- origen de las ideas previas a partir de la experiencia con relación a fenómenos cotidianos y/o a la correspondencia de interpretación entre pares
- 3- causa de las ideas previas por la enseñanza recibida en el ámbito académico.

En la Tabla N° 31 que se presenta a continuación, se detallan los resultados.

Tabla 31: *Porcentaje de respuestas de los docentes respecto al pensamiento constructivista de los docentes.*

	Totalmente de acuerdo (%)	De acuerdo (%)	% Acum.	En desacuerdo (%)	Totalmente en desacuerdo (%)	% Acum.	No sé (%)
Los medios de comunicación pueden ser causa de la existencia de ideas previas en los alumnos.	6,1	69,7	75,8	18,2	0,0	18,2	3,0
Las ideas previas de los alumnos se originan a partir de las experiencias con relación a fenómenos cotidianos y/o a la correspondencia de interpretación con sus pares.	10,7	78,6	89,3	7,1	0,0	7,1	3,6
La enseñanza recibida en el ámbito académico puede ser la causa de las ideas previas de los estudiantes.	3,6	60,7	64,3	32,1	0,0	32,1	3,6

Nota: En fondo gris se resaltan los porcentajes acumulados.

El 75,8% de los docentes opina que los *medios de comunicación* podrían ser la causa de la existencia de ideas previas, mientras que el 89,3% que se construirían a partir de las *experiencias de la vida cotidiana o por la relación con sus pares*. El 64,3% responde que otra de las causas podría ser *la enseñanza recibida en el ámbito académico*.

4.3.4 Ideas previas y su abordaje interdisciplinar

Para indagar la opinión de los docentes sobre este punto se toman dos parámetros:

- 1- la interdisciplinariedad como estrategia para abordar las ideas previas,
- 2- factibilidad de llevar adelante el trabajo interdisciplinario,

Los resultados se se presentan a continuación:

1- La interdisciplinariedad como estrategia didáctica para abordar las ideas previas

En la Tabla N° 32 que se presenta a continuación, se detallan los resultados.

Tabla 32: *Porcentaje de respuestas de los docentes respecto a la opinión sobre las ideas previas y su abordaje disciplinar*

	Totalment e de acuerdo (%)	De acuerd o (%)	% Acum.	En desacuer do (%)	Totalmente en desacuerdo (%)	% Acu m.	No sé (%)
Las clases magistrales (con el apoyo de la pizarra o de una presentación en Power Point) y el libro de texto para hacer ejercicios es la mejor metodología para abordar el currículo de ciencias.	3,6	78,6	82,2	0,0	10,7	10,7	7,1
El uso de metodologías no tradicionales como la interdisciplinariedad es una buena estrategia para facilitar el cambio conceptual.	17,9	64,3	82,2	14,3	0,0	14,3	3,6

Nota: En fondo gris se resaltan los porcentajes acumulados.

El 82,2% de los docentes que participaron de este estudio opina que *la mejor metodología para abordar el currículo de ciencias serían las clases magistrales y el libro de texto para hacer ejercicios.*

En cuanto al uso de metodologías no tradicionales como la interdisciplinariedad también el 82,2% opina que serían una buena estrategia para facilitar el cambio conceptual.

2- Factibilidad de llevar adelante el trabajo interdisciplinario

En la Tabla N° 33 que se presenta a continuación, se detallan los resultados.

Tabla 33: Porcentaje de respuestas de los docentes respecto a los aspectos que influyen en el trabajo interdisciplinario.

	Totalmente de acuerdo (%)	De acuerdo (%)	% Acum.	En desacuerdo (%)	Totalmente en desacuerdo (%)	% Acum.	No sé (%)
Considero que la aplicación del modelo de enseñanza interdisciplinaria en las aulas es poco factible debido al número de alumnos.	10,7	14,3	25,0	60,7	10,7	71,4	3,6
Considero que la aplicación del modelo de enseñanza interdisciplinaria en las aulas es poco factible debido, a la amplitud de contenidos de los programas.	3,6	35,7	39,3	53,6	7,1	54,7	0,0
Considero que la aplicación del modelo de enseñanza interdisciplinaria en las aulas es poco factible debido a la falta de formación del profesorado	10,7	46,4	57,1	42,9	0,0	42,9	0,0
La enseñanza interdisciplinaria requiere demasiado tiempo para que sea aplicada en el aula.	10,7	35,7	46,4	50,0	3,6	53,6	0,0
En general los profesores desconocen cómo llevar a la práctica el trabajo interdisciplinario.	17,9	53,6	71,5	17,9	3,6	21,5	7,1

Nota: En fondo gris se resaltan los porcentajes acumulados.

Los docentes responden no estar de acuerdo en que sea poco factible la aplicación del modelo de enseñanza interdisciplinaria en las aulas debido a: el número de alumnos (71,4%), el que sería la amplitud de contenidos de los programas (54,7%) y que se requiera demasiado tiempo para que sea aplicada en el aula (53,6%).

En cambio responden estar de acuerdo en que es poco factible por la *falta de formación del profesorado* (57,1%) y que los profesores *desconocen cómo llevarlo a la práctica* (71,5%)

4.3.5 Discusión

Según las respuestas de los docentes el *número de alumnos*, la *amplitud de contenidos en los programas* y el *tiempo requerido* en el aula no serían los principales obstáculos para utilizar la interdisciplinariedad como estrategia didáctica. El factor que estaría influyendo en el trabajo interdisciplinario según el 57,1% de los docentes encuestados sería la *falta de*

formación del profesorado y según el 71,5 % que los profesores *desconocen cómo llevarlo a la práctica*.

En general los profesores encuestados responden que identifican las ideas previas de sus estudiantes lo que es concordante con lo manifestado por Caballero (2008) el cual plantea que es importante que el docente considere las ideas previas de los estudiantes. Los docentes responden que consideran importante hacerlo en cada unidad curricular, incluso indican diseñar sus propias actividades para hacerlo. A su vez opinan que las ideas previas son difíciles de sustituir y plantean que al detectarlas hay que modificar la planificación para tratar de refutarlas. Para hacerlo una estrategia sería provocar un conflicto cognitivo en el estudiante para que su preconcepción falle al tratar de explicar la realidad, de hecho no responden que no consideran las ideas previas como un factor limitante para el aprendizaje. Un 52,9% las estarían reconociendo como un obstáculo en el aprendizaje significativo de las ciencias. Campanario y Otero (2000) sugieren que muchos profesores de ciencias son conscientes de la existencia de las ideas incorrectas de los alumnos como fuente de dificultad pero son pocos los que se dan cuenta de la interferencia de las concepciones epistemológicas de los alumnos en el aprendizaje de las ciencias.

La opinión de los docentes encuestados es que las ideas previas se construyen por diferentes causas, como lo son la influencia de los medios de comunicación, las experiencias de la vida cotidiana, la relación con sus pares y la enseñanza recibida en el ámbito académico. Se relaciona con lo expresado por Doymus et al. (1998) quienes plantean que los conceptos en la mente de la gente y las relaciones entre ellos se construyen mediante una red de conocimiento, las cuales para el autor son unidades de pensamiento abstracto.

En este estudio se observa que un 82,2% de los docentes, indican estar de acuerdo en que las clases magistrales (con el apoyo de la pizarra o de una presentación en Power Point) y el libro de texto para hacer ejercicios, es la mejor metodología para abordar el currículo de ciencias. Así mismo responden que el uso de metodologías no tradicionales como la interdisciplinariedad es una buena estrategia para facilitar el cambio conceptual. Esto concuerda con lo presentado anteriormente en el marco teórico y constatado en estudios como el de Zavala y Salinas (2017), en el cual se percibe que el profesorado reconoce la importancia de propiciar actividades de tipo interdisciplinar. Según las respuestas de los docentes, los profesores no saben cómo hacerlo, y consideran que la aplicación del modelo de enseñanza interdisciplinaria en las aulas es poco factible debido a la falta de formación del profesorado.

4.3.6 Conclusión

Para los docentes encuestados los aspectos que influyen en el trabajo interdisciplinario como estrategia didáctica para abordar las ideas previas de los estudiantes son:

- limitantes para el aprendizaje
- la aleatoriedad de las mismas
- la dificultad para modificarlas
- el desconocimiento de cómo llevarlo a la práctica
- la falta de formación del profesorado
- los medios de comunicación podrían ser los causantes de la construcción de las ideas previas de los estudiantes, así como la experiencia con relación a fenómenos cotidianos y/o a la correspondencia de interpretación entre pares, y la enseñanza recibida en el ámbito académico.

Está de acuerdo con lo expresado por Campanario y Otero (2000) que indican que se requiere de un esfuerzo adicional de formación y toma de conciencia por parte de los profesores de ciencias, para que, como lo indica Egg (1994), se propicie una verdadera “puesta en común e intercambio entre diferentes disciplinas” .

4.4 Objetivo 4

Analizar cómo se relacionan los conceptos (físicos, químicos y matemáticos) necesarios para el aprendizaje interdisciplinario de Química Nuclear y Radioactividad en los programas oficiales de 2do año de bachillerato opción biológica de la DGES (ex CES).

En este apartado se presentan los resultados de la revisión de los programas de Física, Química y Matemática reformulación 2006, orientación biológica, en cuanto a:

1. Identificar contenidos programáticos que permitan abordar los temas de Química Nuclear y Radiactividad interdisciplinariamente.
2. Identificar sugerencias a los docentes para que consideren las ideas previas de los estudiantes, la construcción del conocimiento y el abordaje interdisciplinar de los temas.

4.4.1 Identificar contenidos programáticos que permitan abordar los temas Química Nuclear y Radiactividad interdisciplinariamente.

A continuación se presenta un análisis de los tres programas (Física, Química y Matemática) tratando de identificar contenidos que permitan al docente llevar adelante en su práctica profesional el estudio de Química Nuclear y Radiactividad interdisciplinariamente.

Los programas de segundo año de bachillerato opción biológica Reformulación 2006 de las asignaturas Física, Química y Matemática que se analizan en este trabajo no presentan una estructura general entre ellos, como se puede observar en el capítulo de marco teórico,

El estudio del núcleo atómico y sus transformaciones se plantea en el primer módulo del programa de Química con un abordaje del tema desde una dimensión actitudinal del aprendizaje. Específicamente respecto al estudio de núcleo atómico se presenta una aclaración y orientación para profundizar sobre la cinética nuclear:

No obstante, como contenidos de profundización si el profesor decide abordar el estudio de la cinética nuclear para establecer la relación entre la actividad de un nucleido y el tiempo que demora en desintegrarse, debe tener presente que el alumno no dispondrá de los prerrequisitos para asimilar estas nociones dado que los aspectos cinéticos aún no han sido tratados, lo que implica que se deberá introducir previamente el estudio cinético para reacciones de primer orden. (p.11)

También se sugiere a los docentes hacer vigilancia de las ideas previas respecto al tema periferia atómica.

Con respecto al desarrollo del tema periferia atómica, se propone como contenidos mínimos una aproximación al modelo mecánico cuántico en el que se jerarquice la elaboración de las nociones de nivel de energía, y orbital atómico, promoviendo un cambio conceptual con respecto a las ideas previas que puedan existir acerca de concebir el “átomo planetario” desarrollado por Bohr en su primer etapa, y permitiendo desarrollar un modelo de configuraciones electrónicas que permita posteriormente elaborar un modelo de enlace químico a partir de considerar la estabilidad química determinada por la estructura electrónica de los átomos.” Módulo 1: Estructura de la materia. (p.11)

En el programa de Matemática se puede apreciar un listado de contenidos específicos de la asignatura, con una guía muy acentuada en cuanto a los temas a trabajar. No se observa por ejemplo el estudio de logaritmo, ecuaciones integrales y diferenciales, herramientas matemáticas que los estudiantes necesitan para aplicarlas en el curso de Química Nuclear.

En el programa de Física las orientaciones (como se menciona explícitamente en el programa) fueron delineadas teniendo en cuenta la diversidad de formaciones de este profesorado. Los contenidos estructurantes están referidos a la mecánica newtoniana y la termodinámica, por lo que no se proponen temas relacionados al estudio de Química Nuclear y Radiactividad.

Teniendo en cuenta lo antes mencionado, no se evidencian puntos de encuentro entre los tres programas que permitan al docente trabajar este tema en forma interdisciplinaria entre estas asignaturas. El estudiante aprenderá sobre Química Nuclear y Radiactividad en forma aislada, como un conocimiento que por la forma en que está planteado en el currículo sólo sería concerniente a la química.

Un diseño curricular adecuado, se genera en el cruce de dos tensiones, en cierta forma contrapuesta: la fuerza que supone enseñar la estructura de una disciplina y la fuerza que supone abordar un problema de forma interdisciplinar. El desafío actual es encontrar ese fino equilibrio entre ambas fuerzas. (Ingver, 2009)

Considerando que no hay puntos de encuentros entre los tres programas para enseñar y aprender sobre Química Nuclear y Radiactividad, a continuación se realiza una revisión de cada programa en búsqueda de sugerencias y/o indicios que orienten a los docentes a considerar las ideas previas de sus estudiantes, fomentar el pensamiento constructivista y promover un abordaje interdisciplinar de los contenidos.

4.4.2 Sugerencias para considerar las ideas previas de los estudiantes, la construcción del conocimiento y el abordaje interdisciplinario de los temas.

En este apartado se presenta un análisis de los contenidos de los programas en el cual se pretende identificar frases que den indicios de sugerencias para:

1. considerar las ideas previas de los estudiantes,
2. construir conocimiento,
3. abordar los temas interdisciplinariamente.

1- Considerar las ideas previas de los estudiantes.

En este punto se presentan frases que dan indicios de orientaciones o sugerencias para que los docentes consideren las ideas previas de sus estudiantes, encontradas en el programa de Física, posteriormente en el programa de Química y finalmente en el programa de Matemática.

Programa Física. Segundo año bachillerato opción biológico y científico

En la fundamentación se encuentra la recomendación de “...retomar en todo el curso las dificultades evidenciadas [...] que son parte del conocimiento de la ciencia que se quiere enseñar” así como la orientación de “indagar las concepciones que el estudiante tiene (de promover su explicación) de modo que en el ámbito intersubjetivo pueda aprender el nuevo conocimiento”

También se pretende que el docente tenga presente que:

Los conocimientos científicos son parte de la cultura del hombre moderno por lo que se entiende que tendrán que ser enseñados teniendo en cuenta el carácter social de las ciencias, su lugar en la cultura y la incidencia que los mismos pueden tener en la formación integral del estudiante. (p.2)

Plan reformulación 2006 - Programa de Química - Segundo año bachillerato, opción biológica y científica

En este programa se orienta al docente explícitamente respecto a identificar las ideas previas de los estudiantes, así como también se sugieren preguntas orientadoras.

La construcción del aprendizaje, debe hacerse en base a las ideas previas de sus alumnos, para propiciar un cambio conceptual. La mayoría de estas ideas, son construcciones personales difíciles de modificar, ya que no son fáciles de conocer, porque forman el conocimiento implícito del sujeto. Será el docente, quien a través de la cuidadosa selección de estrategias, logre hacerlas aflorar y luego emplearlas inteligentemente en el trabajo del aula. Son importantes “las preguntas orientadoras”, “preguntas inteligentes” e intencionales, que permitan generar múltiples enfoques y caminos de respuesta, excitando el interés, generando atención, conduciendo a la búsqueda de nuevos conocimientos, orientando el desarrollo de nuevas ideas, en un proceso de

razonamiento organizado. Aspectos didácticos / Sugerencias metodológicas. (p. 7)

Programa de Matemática núcleo común - segundo de bachillerato reformulación 2006 - Ajuste 2010

No se encontraron evidencias que orienten a los docentes para que indaguen o tengan en cuenta las ideas previas de sus estudiantes.

2- Sugerencias para la construcción del conocimiento.

Se presentan frases presentes en los programas de Física, Química y Matemáticas en donde se puede apreciar sugerencias a los docentes para que promuevan en los estudiantes la construcción del conocimiento.

Programa Física. Segundo año bachillerato opción biológico y científico

En la fundamentación se hace referencia a la construcción del conocimiento a partir de “elaborar juicios basados en criterios, sin perder de vista el contexto y con la capacidad de autocorregirse” y que el estudiante pueda tomar la “decisión de modificar o no sus actividades cognitivas” (p.2).

También se plantea que hay que tener en cuenta el contexto social y cultural en la formación del estudiante.

Los conocimientos científicos son parte de la cultura del hombre moderno por lo que se entiende que tendrán que ser enseñados teniendo en cuenta el carácter social de las ciencias , su lugar en la cultura y la incidencia que los mismos pueden tener en la formación integral de los estudiantes. (p. 2)

Además en el apartado referido a las orientaciones sobre la enseñanza se vuelve a hacer énfasis en tener en cuenta el contexto histórico y social.

El conocimiento físico que se enseña se puede presentar como un producto acabado, inmutable o como un conocimiento que ha tenido un proceso de producción histórico y social. Este punto es el que se debe tener en cuenta en el sentido de ciencia que se quiere enseñar. (p.5)

En las orientaciones para los aprendizajes esperados, se propone considerar el carácter provisorio de los conocimientos científicos y su continua construcción al “reconocer que una

nueva teoría incorpora a la anterior pero no la invalida, y explicitar las zonas de validez con la “vieja teoría” (p.10).

Plan reformulación 2006 - Programa de Química - Segundo año bachillerato, opción biológica y científica

En este programa hay mucha evidencia de sugerencias para que los docentes construyan el conocimiento de sus estudiantes a partir de los temas a abordar. Por tal motivo se hace una selección teniendo en cuenta la relevancia para esta investigación.

Las sugerencias en el trabajo experimental hacen foco en la autonomía del estudiantes para construir su conocimiento teniendo al docente como guía.

El trabajo experimental es muy importante para la construcción de los aprendizajes. [...] Se procurará en todo momento, que el alumno desarrolle y ejercite su capacidad para analizar la información, buscar regularidades, proponer hipótesis y estrategias para verificar su validez. (p.7)

En el módulo 1: estructura de la materia se recomienda que el docente parta de los conocimientos adquiridos por el estudiante en el curso anterior de química (primer año de bachillerato)

El tratar estos contenidos al inicio del curso permitirá establecer una adecuada articulación con el curso de 1° BD teniendo en cuenta que en éste, al inicio del estudio de los compuestos del carbono, se parte de un somero análisis de la estructura del átomo de C6. Esto permitirá, retomar desde aquí el estudio del C ya realizado, para introducirse en el estudio de la estructura periférica desde una perspectiva más amplia y en mayor grado de profundidad. (p.10)

Además se sugiere articular un módulo con el siguiente a través de un abordaje desde la perspectiva molecular y desarrollar modelos que permitan “una mejor comprensión de lo que tradicionalmente se ha enseñado” (p.15).

Una vez más recomienda la construcción del nuevo conocimiento a partir de lo aprendido en el curso anterior: “El tratamiento cuantitativo de las reacciones químicas implicará retomar el trabajo iniciado en 1° BD, y profundizarlo aquí al estudiar situaciones en las que los reactivos no se encuentren en relación estequiométrica que permita elaborar el concepto de reactivo limitante” (p.19).

En cuanto a los lineamientos para la evaluación se solicita que “la corrección del error cometido debe potenciar la ampliación y profundización del conocimiento adquirido” y que “los alumnos participen activamente en el proceso de evaluación, haciéndose progresivamente capaces de autoevaluar y coevaluar con mayor grado de objetividad sus actividades y actitudes” haciendo comentarios sobre “su propio aprendizaje, sobre los errores cometidos en las tareas y la manera de superarlos; sobre sus hábitos y actitudes” (p. 22).

Programa de Matemática núcleo común - segundo de bachillerato reformulación 2006 - Ajuste 2010

En este programa se aconseja partir de una definición clásica para resolver problemas de mediana complejidad.

[...] se incluye el estudio de la probabilidad, partiendo de la definición clásica para avanzar en los primeros resultados que permitan resolver algunos problemas de mediana complejidad, con el objetivo de introducir el pensamiento y la capacidad de decisión en el escenario de incertidumbre. (p.1)

3- Sugerencias para abordar los temas interdisciplinariamente.

Se seleccionan frases con sugerencias que darían pistas a los docentes para un abordaje interdisciplinar, extraídas de cada uno de los programas de las asignaturas involucradas en este estudio.

Programa Física. Segundo año bachillerato opción biológico y científico

En este caso se encuentran lineamientos y sugerencias implícitas de trabajar algunos temas interdisciplinariamente, por ejemplo entre Física y Filosofía.

Sería un apoyo importante para el trabajo de esta unidad que los docentes de física coordinarán el desarrollo de estos temas con los profesores de filosofía de la institución, a fin de lograr un adecuado análisis de los mismos en el desarrollo curricular, teniendo en cuenta que en el programa de filosofía aparece epistemología como una unidad concreta a ser trabajada. (p.10)

También propone abordar en coordinación con el profesor de filosofía para discutir y analizar en conjunto el capítulo de gravitación del Feynman (p.11).

Otra sugerencia es coordinar con los profesores de Química la unidad 3, en la que se estudia la “derivación de los principios de conservación de las leyes de Newton, ya que en química uno de los temas a tratar es teoría cinética de los gases” (p.13).

Plan reformulación 2006 - Programa de Química - Segundo año bachillerato, opción biológica y científica

En este programa se sugieren diferentes temas para que se trabajen interdisciplinariamente.

Este programa aborda las temáticas referentes a los principios básicos de Química General acudiendo constantemente a ejemplos y al análisis de situaciones tanto de la Química Orgánica, como de la Química General, planteando ejemplos de interés biológico, industrial y/o tecnológico, atendiendo los aspectos vinculados con la salud y el cuidado del ambiente y vinculando así los principios generales con fenómenos de la vida cotidiana (p.1)

En el apartado referido a los aspectos didácticos se propone que “ hay que tener en cuenta que las actitudes al igual que los procedimientos pueden impregnar las distintas disciplinas y que no puede establecerse una división estereotipada” (p.5).

Así mismo plantea específicamente realizar enfoques interdisciplinarios al planificar el curso.

[...] resulta formativo, realizar enfoques interdisciplinarios que permitan vincular los aspectos científicos, con los históricos, sociales, económicos y tecnológicos. Es así que, los enfoques interdisciplinarios y las nuevas tecnologías que pueden aplicarse en la enseñanza, son dos puntos principales a considerar para planificar el curso. (p.6)

A su vez en el módulo 2 se propone el estudio de las transformaciones físicas y se recomienda coordinar con Biología ya que “ desde el punto de vista didáctico dado la gran posibilidad de contextualización que tiene este tema, y particularmente para la diversificación biológica el estudio de la presión osmótica como forma de integración con la asignatura Biología (p. 15).

Programa de Matemática núcleo común - segundo de bachillerato reformulación 2006 - Ajuste 2010

En la introducción del programa de Matemática se recomienda trabajar con recursos informáticos (aunque la asignatura informática no está en el currículum de bachillerato)

En el Bloque de Geometría este núcleo se incluyen dos capítulos correspondientes a Geometría Analítica en el Plano y a Geometría Analítica en el Espacio. En todo el tratamiento del bloque es altamente recomendable la utilización de recursos informáticos, tanto para representar en la pantalla del computador las soluciones de los problemas y los objetos estudiados, como, de ser posible, la programación de los algoritmos que se enseñan manualmente. Es importante agregar que hoy, en el mundo en que la información se transmite cada vez más en forma de imagen, el estudio de los objetos geométricos acrecienta su importancia. (p.1)

También en la introducción del “Bloque Funciones”, se recomienda “la modelación matemática en diversas ciencias, así como el estudio de las propiedades de esas funciones. Aquí la representación gráfica mediante programas en el computador también es una importante ayuda” (p.1).

4.4.3 Discusión

En los programas analizados no se encuentran conceptos que permitan abordar temas de Química Nuclear y Radiactividad interdisciplinariamente. Sin embargo, al realizar una lectura en búsqueda de lineamientos, orientaciones y/o sugerencias, que permitan al docente considerar las ideas previas de los estudiantes, se puede constatar tanto en el programa de Física como en el de Química sugerencias para que se retomen durante el transcurso del curso las dificultades evidenciadas. Así como también para indagar las concepciones que tienen los estudiantes. Incluso se encuentran sugerencias explícitas en el programa de Química en el cual se plantea que “la construcción del aprendizaje, debe hacerse en base a las ideas previas de sus alumnos, para propiciar un cambio conceptual”. Se recomienda también que se promueva “un cambio conceptual con respecto a las ideas previas que puedan existir acerca de concebir el “átomo planetario”. Esto posibilita al docente contar con lineamientos que le permiten afrontar los procesos de aprendizaje de sus estudiantes, en especial el de la didáctica, como lo manifiestan Gil y Guzmán (1993). Que valore las ideas previas de sus estudiantes, para luego habilitar una transformación conceptual que, como expresa Taber (1995), les permita descubrir lo que saben sus estudiantes, para luego enseñar a un nuevo sujeto.

También se encuentran sugerencias para la enseñanza desde la construcción del conocimiento. En el programa de Física se menciona que “el conocimiento ha tenido un proceso de producción histórico y social”, cuestión que se ha de tener en cuenta al considerar la ciencia que se quiere enseñar, y el “carácter provisorio de los conocimientos científicos”. Mientras que en el programa de Química se hace énfasis en que el trabajo experimental promueva la construcción de los aprendizajes, intentando que “el alumno desarrolle y ejercite su capacidad para analizar la información, buscar regularidades, proponer hipótesis y estrategias para verificar su validez”. Recomienda además que en todo momento se repase, antes de iniciar un tema, los contenidos trabajados en el curso anterior, con el fin de permitir que el nuevo conocimiento se construya a partir de lo que el alumno ya sabe, concordando con lo propuesto por Carretero (1993) que manifiesta que el individuo es una construcción propia que se va produciendo día a día. Para la evaluación se sugiere que los aprendizajes se den a partir del error, la autoevaluación y la coevaluación, que como lo manifiestan Jiménez-Liso y De Manuel (2009) es promover la comprensión de las ciencias desde la construcción humana, en un proceso de verdadera alfabetización científica. En el programa de Matemática mientras tanto, se encuentran indicios de sugerencia respecto a construir el conocimiento “partiendo de la definición clásica para avanzar en los primeros resultados que permitan resolver algunos problemas de mediana complejidad” y la modelización.

Mientras que las sugerencias de trabajar interdisciplinariamente se pueden constatar en los tres documentos. Se incentiva a coordinar ciertas temáticas entre: Física y Filosofía; Física y Química; Química y Biología; Matemática e Informática. Está implícito por lo tanto la sugerencia de realizar una reflexión y elaborar propuestas alternativas, como lo manifiesta García (2013), a partir de integrar diferentes disciplinas. Esta modalidad de trabajo como lo mencionan Van del Linde (2007) y Espinosa (2018) implica un gran compromiso de docentes y de estudiantes, que involucra el diálogo y la colaboración entre las disciplinas para lograr un nuevo conocimiento. Además se observan sugerencias para abordar los temas desde un enfoque interdisciplinar, en el que el docente es el responsable de vincular los aspectos científicos, con los históricos, sociales, económicos y tecnológicos en su clase, para lo que, como lo expresado Espinosa (2018), sería necesario de un proceso educativo interdisciplinario e integrador.

4.4.4 Conclusión

Los programas de 2do año de bachillerato, reformulación 2006 de las asignaturas Física, Química y Matemática, presentan una organización (introducción o justificación del curso,

objetivos generales, aspectos didácticos, temáticas de las unidades y metodología del trabajo) diferente, lo que dificulta realizar un análisis comparativo entre ellos. Los conceptos necesarios para abordar temas de Química Nuclear y Radiactividad se encuentran específicamente en el programa de Química. En el programa de Matemática no se identifican herramientas matemáticas como logaritmo, ecuaciones integrales y diferenciales necesarias para trabajar Química Nuclear y Radiactividad. Tampoco se encuentran conceptos relacionados a la física nuclear en el programa de Física. No obstante tanto en el programa de Física como en el de Química, se constatan sugerencias para que los docentes indaguen las ideas previas de los estudiantes. Es de destacar que en los tres programas se refleja también una apertura hacia el trabajo desde un enfoque interdisciplinar. Del mismo modo la enseñanza a partir de la construcción del conocimiento es propuesta como un proceso que requiere de una construcción mental que involucra el “aprender a aprender”. Se recomienda la construcción del nuevo conocimiento a partir de lo aprendido, desde el carácter provisorio del conocimiento científico, la producción histórica y social, su lugar en la cultura y su incidencia en la formación integral de los estudiantes. También se sugiere una participación activa de los estudiantes en sus procesos de aprendizaje a través de la autoevaluación y coevaluación.

5. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

En este estudio se pretendió ir más allá de identificar las ideas previas sobre Química Nuclear y Radiactividad. Para ello además de identificarlas se plantea como una opción, entre otras tantas que existen, abordar las ideas previas desde un enfoque interdisciplinario. Por lo cual se propone una línea de trabajo, que si bien no es nueva, posiblemente sea más fructífera para considerar lo que el estudiante ya sabe, y actuar en consecuencia para promover un aprendizaje significativo, como lo menciona Adúriz-Bravo (2012):

[...] de la investigación y la innovación didácticas más “tradicionales”, centradas en el conocimiento que trae el estudiantado al aula (“ideas previas”) y en su posible “cambio conceptual” a conocimiento científico escolar, los didactas de las ciencias nos fuimos moviendo en dirección a nuevas y fructíferas líneas de trabajo, más vinculadas con la contribución específica que las Ciencias Naturales pueden hacer a la formación de ciudadanía de pleno derecho. (p.12)

Además se analizan los programas oficiales de 2do año de bachillerato opción biológica con el fin de identificar contenidos programáticos que permitan abordar Química Nuclear y Radiactividad interdisciplinariamente. Consecuentemente se identifican sugerencias para que los docentes consideren las ideas previas de los estudiantes, la construcción del conocimiento y el abordaje interdisciplinar de los temas.

En este sentido se puede concluir que luego de participar del taller con un abordaje interdisciplinario, se observa un cambio en las respuestas de los estudiantes respecto a las ideas previas detectadas sobre Química Nuclear y Radiactividad. Se controlaron las variables intervinientes: participación en el taller, aprendizaje de la primera prueba y pérdida de unidades de análisis, sin embargo, no se puede determinar fehacientemente que el taller sea el responsable del cambio en las respuestas. Podrían existir otros aspectos que no se hayan controlado durante el estudio. Es de destacar que un alto porcentaje de estudiantes contestó todas las preguntas del cuestionario en la segunda aplicación, sin seleccionar la opción “no sabe/no contesta”.

En cuanto a la opinión de los docentes, estos indican que consideran importante detectar las ideas previas de los estudiantes, las consideran difíciles de modificar y son un factor limitante

para el aprendizaje. No obstante, un alto porcentaje está de acuerdo en abordarla una vez detectadas. Los profesores además responden estar de acuerdo en trabajar interdisciplinariamente, sin embargo, opinan que uno de los posibles factores podría ser la falta de formación del profesorado.

Mientras que, en los programas de Física, Química y Matemática de segundo año de bachillerato, Reformulación 2006 del ex CES se identifican sugerencias y/u orientaciones, para que los docentes tengan en cuenta las ideas previas de sus estudiantes. En algunos casos estas sugerencias y/u orientaciones son explícitas y otras implícitas. No se encontraron puntos en común para abordar interdisciplinariamente temas de Química Nuclear y Radiactividad, sin embargo en los tres documentos analizados se hallan propuestas de coordinación entre dos o más asignaturas. Si bien en algunos casos no se habla específicamente de un trabajo interdisciplinar, se deja entrever sugerencias de trabajar, o abordar los temas, desde la integración de varias asignaturas. Esto es un buen indicio, dado el interés plasmado en estos programas por promover el aprendizaje de los alumnos con estrategias, que según el estudio que realizaron Lugo-López y Pérez-Almagro (2022), estimulan al estudiante y mejoran su rendimiento académico.

En definitiva, existen ideas previas sobre Química Nuclear y Radiactividad en los estudiantes de 2do año de bachillerato opción biológica. Luego de participar del taller con un abordaje interdisciplinario algunas respuestas respecto a estas ideas previas cambian. Los docentes consideran importante detectarlas y utilizar estrategias didácticas como la interdisciplina para abordarlas. Teniendo en cuenta la opinión de los docentes y el análisis de los programas, sería necesario diseñar los programas de asignatura con un currículo que permita a los profesores incluir en sus prácticas docentes un abordaje integrado del conocimiento, como lo mencionan Chacón, et al. (2013) con la formación de un pensamiento con visión holística de la realidad.

En el transcurso de este trabajo y al finalizar el mismo se detectaron algunas oportunidades de mejora en cuanto a su diseño. En futuras investigaciones sería importante indagar por ejemplo cuántos docentes trabajan interdisciplinariamente, si han recibido formación, si no la tienen si estarían dispuestos a formarse, así como identificar experiencias exitosas. También sería importante encuestar a un mayor número de docentes y realizar entrevistas que permitan profundizar en la opinión de los mismos. Con respecto a los instrumentos de recogida de datos, se debe mencionar que a pesar de haberse realizado testeos y consultas, habría que revisar sus diseños y adaptarlos a las necesidades que se observaron en este estudio. En

relación al instrumento utilizado con los estudiantes para indagar las ideas previas, se debe mencionar que está diseñado teniendo en cuenta el nivel de conocimiento que puede tener sobre Química Nuclear y Radiactividad un estudiante de educación secundaria. El tema es abordado en 3er año de ciclo básico, con una incipiente aproximación, y se retoma dos años después en 2do año de bachillerato. Así mismo no se profundiza en la física nuclear, sino que como se menciona en el programa oficial de Química Plan Reformulación 2006 (CES), se hace desde un abordaje actitudinal, especialmente desde un punto de vista cualitativo con el objetivo de que el alumnado logre comprender los modelos que explican las causas de inestabilidad nuclear y los cambios que ocurren a este nivel que determinan alcanzar una mayor estabilidad. Es necesario realizar algunas sugerencias de modificación para una próxima aplicación, particularmente rever algunas consignas que pueden generar confusión, o que los estudiantes las pudieran relacionar intuitivamente sin necesidad de tener un conocimiento pleno del significado de cada concepto.

Estas sugerencias se proponen como insumo para próximos estudios en los cuales este trabajo sirva como referencia.

6. APORTES A LA COMUNIDAD EDUCATIVA.

En el marco de las actividades de esta tesis de maestría se construyeron instrumentos que están validados y que podrían ser utilizados en otros estudios sobre la temática.

Se realizaron talleres en los que participaron alumnos y docentes de enseñanza media, así como a estudiantes de formación docente del Centro regional de Profesores del Centro de la ciudad de Florida, los cuales realizaban su práctica pre profesional en los centros educativos donde se impartieron. Estos talleres fueron realizados por docentes e investigadores de Facultad de Química de la UdelaR, y del Instituto Balseiro de Bariloche, Argentina denominados "*Las radiaciones ionizantes en la vida cotidiana*". En los mismos participaron aproximadamente 150 personas. Tres se llevaron a cabo con los grupos de estudio, más sus docentes a cargo y practicantes de formación docente del profesorado de Química.

Además se realizó un taller abierto, con invitación a toda la comunidad educativa del Instituto Manuel Oribe (Liceo departamental N°1) de Florida. En el mismo participaron profesores de Física, Química, Astronomía y Biología, así como alumnos de 1ero, 2do y 3er año de bachillerato y estudiantes de formación docente de los profesorados mencionados. En estas instancias se comparte material didáctico: "*Las radiaciones en la vida cotidiana. Cuaderno Guía para docentes*" (Torres, 2019). Disponible bajo licencia Creative Commons en <http://ricabib.cab.cnea.gov.ar/793/>

También se crearon recursos educativos que han sido publicados en repositorios institucionales oficiales, previa revisión de los contenidistas del portal educativo Uruguay Educa y de Plan Ceibal:

- Secuencia didáctica con cuatro actividades sobre núcleo atómico y el fenómeno radiactivo "*Núcleo atómico y Radiactividad*" (Aparicio, 2019) disponible bajo licencia Creative Commons en:
<https://uruguayeduca.anep.edu.uy/recursos-educativos/3691>
https://uruguayeduca.anep.edu.uy/sites/default/files/2019-10/PD_3.pdf

Recurso Educativo Abierto (REA), Objeto de Aprendizaje: "*Las radiaciones en la vida cotidiana*" (Aparicio, 2019) disponible bajo licencia Creative Commons en:

<https://rea.ceibal.edu.uy/rea/las-radiaciones-en-la-vida-cotidiana>
<https://rea.ceibal.edu.uy/elp/las-radiaciones-en-la-vida-cotidiana/inicio>

7. REFLEXIÓN FINAL

Durante el transcurso de este trabajo sucedieron situaciones que han impactado y lo seguirán haciendo por mucho tiempo más, tanto a nivel nacional, como internacional.

Nos enfrentamos en el año 2020 a una pandemia provocada por la propagación del virus SARS-CoV-2 que provocó que toda la enseñanza a nivel global pasara de un día para el otro, de la presencialidad, a la total virtualidad. Esto provocó que todo el sistema educativo se tuviera que adaptar rápidamente a una nueva forma de enseñar y de aprender. Durante dos años los docentes nos encontramos con grandes desafíos, que fueron más allá del acto educativo en sí. Los estudiantes por su parte se hallaron aprendiendo en total aislamiento desde sus hogares, y los docentes enseñando, o tratando de enseñar, en un escenario para el cual no estábamos preparados. Se utilizaron las más variadas estrategias, fuimos mucho más que simples profesores, donde se construyeron nuevos conocimientos y se desarrollaron diferentes competencias, a veces sin siquiera darnos cuenta.

A nivel internacional nos encontramos con una brecha en los aprendizajes, que siempre existió, pero que ahora se ha agudizado (UNICEF, 2022). Como se desprende de los resultados de este estudio realizado en el año 2019 (el año previo a la pandemia), los docentes consideran que los aprendizajes deben partir de lo que el estudiante conoce y sabe, y que es necesario utilizar nuevas estrategias didácticas para lograr un aprendizaje significativo. La comunidad científica internacional dejó más que en evidencia que el conocimiento científico se adquiere integrando varias áreas del saber, sin desconocer el proceso de producción histórico, social, económico y tecnológico. La enseñanza de las ciencias por lo tanto no debe ser ajena, o apartarse de esta realidad.

Según el informe de UNICEF (2022) es fundamental priorizar las competencias y los conocimientos básicos en los programas de estudios para ayudar a los estudiantes a recuperar con rapidez el aprendizaje perdido y apoyar la transformación curricular. También alega que los países deben garantizar una mayor coherencia entre los programas de estudios, la evaluación y la enseñanza y que los maestros sean partícipes del diseño y los ajustes curriculares.

En nuestro país estamos en plena transformación educativa, el documento del Marco Curricular Nacional (ANEP, 2022) plantea que es necesario propiciar ámbitos interdisciplinarios con énfasis en la promoción de esa interdisciplinariedad “para desarrollar la capacidad de asociación, de discernimiento, de toma de decisiones y, en definitiva, de acceso a la cultura y a los procesos de desarrollo cultural”(p. 26).

Establece además en el capítulo “Principios orientadores del Marco Curricular Nacional” (ANEP, 2022) que es necesario una integración pedagógica relevante que permita avanzar hacia un modelo de aprendizajes en red, de interacción entre docentes y apertura a oportunidades de cruzamientos a partir de iniciativas particulares de las comunidades educativas. También plantea que la orientación debe “tomar cuerpo a nivel de los Planes y Programas identificando espacios de integración posibles desde el currículo y habilitando a proponer nuevos de forma contextualizada, es decir, según las particularidades que se presenten en cada caso” (p. 38).

Desde el año 2021 se implementa en Educación Secundaria la modalidad Centros María Espínola. Una propuesta educativa que procura una adaptación curricular orientada al desarrollo de competencias con un enfoque didáctico basado en la interdisciplinariedad, el aprendizaje en acción y el trabajo en proyectos.

Estas iniciativas a nivel de la educación nacional y los resultados de los estudios realizados en esta tesis, concuerda con lo que la mayoría de los docentes que participaron de este estudio opina acerca de la factibilidad de un modelo de enseñanza interdisciplinario para la mejorar de los aprendizajes.

En definitiva, una estrategia para afrontar el desafío podría ser lo propuesto en este trabajo, enseñar a partir de las ideas previas de los estudiantes para promover aprendizajes significativos desde la construcción del conocimiento, a través de un abordaje interdisciplinar del currículo. El involucrar un abordaje de la totalidad del problema más integral, profundo y detallado, permitirá a los estudiantes relacionar conceptos científicos desde la visión de varias disciplinas, e integrar el conocimiento significativamente.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aduriz - Bravo, A., Morales, L. y Galagovsky, L.** (1997). *Modelos científicos y modelos didácticos en la enseñanza de las ciencias naturales*. Parte 2: Un ejemplo sobre modelos atómicos. Memoria de la Reunión Nacional de Educación en Física, Mar del Plata. Argentina. <https://apfa.org.ar/ref/>
- Adúriz-Bravo, A.** (2012). *Aportes didácticos para nociones complejas en Biología: la alimentación*. Colección Archivos de Didáctica. Serie Fichas de Investigación. Buenos Aires, Argentina.
- Alcivar-Alcívar, J. y Zambrano-Montes, L.** (2021). Estrategias didácticas interdisciplinarias en el aprendizaje significativo a los estudiantes de la escuela unidocente. *Dominio de las Ciencias. Revista en Ciencias de la Educación. Artículo de Investigación DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i6.2387>*
- Alvarez, M.** (5-9 febrero de 2001). *La Interdisciplinariedad en la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias*. Resúmenes del Congreso de Pedagogía. La Habana, Cuba.
- Ander Egg, E.** (2011) *Nociones básicas para la investigación social*. Brujas.
- Ander Egg, E.** (1994). *Interdisciplinariedad en educación*. Magisterio del Río de la Plata.
- Andersson, B.** (1986). *Pupils' Explanations of Some Aspects of Chemical Reactions*. *Science Education*, 70(5), 549-563.
- ANEP.** (2020) *Fundamento propuesta Centros María Espínola*. [Archivo PDF] <https://www.anep.edu.uy/sites/default/files/images/2021/campanas/Fundamentos%20de%20la%20propuesta%20Centros%20Mari%CC%81a%20Espinola.pdf>
- ANEP.** (2022). *Marco Curricular Nacional*. [Archivo PDF] https://www.ces.edu.uy/files/2022/MCN_2_Agosto_2022_v13.pdf
- Aubrecht, G. y Torick, D.** (2000). *Radioactivity: A Study of Student Ideas and Development of a Curriculum Based on the Findings*. En M.A. Moreira (Ed.), *Proceedings of the Seventh InterAmerican Conference in Physics Education*. Porto Alegre, Brasil.
- Ausubel D.** (1983). Teoría Del Aprendizaje Significativo. *Fascículos de CEIF*, 1(1-10).

- Ausubel, D.; Novak, J.; Hanesian, H.** (1983). *Un punto de vista cognitivo*. Psicología Educativa, México.
- Ausubel, D.** (1961). *Significado y aprendizaje significativo*. Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo. Trillas, México.
- Ausubel, D.** (2002). *Adquisición y retención del conocimiento*. Una perspectiva cognitiva. (2ª Ed.) Barcelona: Paidós Ibérica.
- Azahares, O.** (2020). Estrategia dinámica interdisciplinar para la formación de los profesionales del perfil minero metalúrgico. *RefCaLe: Revista electrónica formación y calidad educativa*. 7(3), 13-27. <https://docplayer.es/231590048-Revista-electronica-formacion-y-calidad-educativa-refcale-issn-estrategia-didactica-del-perfil-minero-metalurgico.html>
- Aznar, P.** (1992). *El constructivismo en la educación*. Constructivismo y educación Valencia: Tirant lo Blanch.
- Banet, E. y Ayuso, E.** (1996). Introducción a la Genética en la enseñanza secundaria y bachillerato: Contenido de enseñanza y conocimientos de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(2), 137-153 <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21403>.
- Barboza, Z.** (2003) *Orientaciones para la elaboración de programas de asignaturas*. Universidad de los Andes vicerrectorado académico. [Archivo PDF]. <http://nube.adm.ula.ve/geografia/images/pdf/Geografia/comisionCurricular/orientacionelaboracionprogramas.pdf>
- Berlanas, C.** (2014) *Estudio sobre las ideas previas de ciencias en el alumnado de secundaria y la actitud de los docentes frente a ellas*. [Tesis de Maestría, Universidad Internacional de la Rioja]. https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/2954/Carmen_Berlanas_Vicente.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Boix-Mansilla V.** (2010). *Guía del PAI para la enseñanza y el aprendizaje interdisciplinarios*. [Archivo PDF] https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/apendizaje_integrado.pdf
- Borda, O. y Erazo, M.** (2010). Concepciones sobre ciencia e investigación en profesores de química en formación inicial: Un estudio en el contexto de los trabajos. *Tecné, Episteme y Didaxis: revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología*, 28 (1), 41-56. <https://doi.org/10.17227/ted.num28-1072>

- Boyes, E. y Stanisstreet, M.** (1994). Children's Ideas about Radioactivity and Radiation: sources, mode of travel, uses and dangers. *Research in Science & Technological Education*, 12(2), 145-160.
<https://doi.org/10.1080/0263514940120204>
- Bruner, J.** (2011). *Aprendizaje por descubrimiento*. NYE U: Iberia. Scribd
Recuperado el 10 de julio de 2019
- Caamaño, A.** (2011). Enseñar Química mediante la contextualización. la indagación y la modelización. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 69, 21-34.
- Caballero, M.** (2008). Algunas ideas del alumnado de secundaria sobre conceptos básicos de genética. *Enseñanza de las ciencias*, 26(2), 227-244.
- Campanario J. y Otero J.** (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 18 (2), 155-169.
- Canpolat, N., Pinarbasi, T., Bayraskceken, S. y Geban, O** (2004). Algunos conceptos erróneos comunes en química, G.Ü. *Revista de la Facultad de Educación de Gazi*, 24(1), 135–146
- Carretero, M.** (1993). *Constructivismo y Educación*. Edelvises, Zaragoza.
- Carretero, M. y Voss, J.** (1994). *Cognitive and instructional processes in history and the social sciences*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Carvajal, Y.** (2010). Interdisciplinariedad: desafío para la educación superior y la investigación. *Revista Luna Azul - Universidad de Caldas*, 31(1),156-169
<http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n31/n31a11.pdf>
- Casasola, W.** (2020). El papel de la didáctica en los procesos de enseñanza y aprendizaje universitarios. *Comunicación*, 29(1), 38-51.
<https://dx.doi.org/10.18845/rc.v29i1-2020.5258>
- CEPAL-ONU.** (2003). *Ciencia y tecnología para el desarrollo sostenible: una perspectiva latinoamericana y caribeña*. Serie Seminarios y Conferencias - CEPAL No. 25. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/6538>
- Chacón, M., Chacón C., Alcedo ,S. y Yesser A.** (2012). Los proyectos de aprendizaje interdisciplinarios en la formación docente. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 17(54),877-902.

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-66662012000300009&script=sci_abstract

- Chacón-Rodríguez, D., Estrada-Sifontes, F. y Moreno-Toirán, G.** (2013) La relación interdisciplinaria–integración en el proceso de enseñanza–aprendizaje. *Ciencias Holguín*, 19(3), 1-13
- Consejo de Educación Secundaria.** (2006). Plan reformulación 2006 - Programa de Química - Segundo año bachillerato, opción biológica y científica. [Archivo PDF]
https://www.ces.edu.uy/files/Planes%20y%20programas/Ref%202006%20Bach/5to%20biologico/quim_biologico.pdf
- Consejo de Educación Secundaria.** (2006). Programa de Física. Segundo año bachillerato opción biológico y científico. Reformulación 2006. [Archivo PDF]
https://www.ces.edu.uy/files/Planes%20y%20programas/Ref%202006%20Bach/5to%20biologico/fisica_biologico.pdf
- Consejo de Educación Secundaria.** (2006). Programa de Matemática núcleo común - segundo de bachillerato reformulación 2006 - Ajuste 2010. [Archivo PDF]
https://www.ces.edu.uy/files/Planes%20y%20programas/Ref%202006%20Bach/5to%20nucleo%20comun/matematica_5.pdf
- Consejo de Educación Secundaria.** (2016). *Interdisciplinaria y coenseñanza: Aportes para la reflexión y la implementación en aulas de enseñanza media*. Dirección de planeamiento y evaluación educativa. Uruguay. [Archivo PDF]
https://liceoencasa.ces.edu.uy/images/pdf/_Recursos/Interdisciplinaria_y_coenseanza.pdf
- Corbelle, J. y Domínguez J.** (2015). Estado de la cuestión sobre el aprendizaje y la enseñanza de la radiactividad en la educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(3), 137-158. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1807>
- Corbelle, J. y Dominguez, J.** (2016). Ideas de los alumnos sobre radiactividad al finalizar la enseñanza secundaria obligatoria y su relación con los libros de texto y la prensa. Un estudio de caso. *Enseñanza De Las Ciencias*, 34 (3), 113-142 <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1959>
- Cordero, S. y Dumrauf, A.** (2017) Enseñanza de las Ciencias Naturales, ideas previas y saberes de estudiantes: su consideración y abordaje en las

- situaciones didácticas. *Trayectorias Universitarias* 3(5), 3-10 .
https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.14574/pr.14574.pdf
- Cornejo, J; Speltini, C.; Roble y Santilli, H.** (2010) ¿Qué conocimientos se enseñan y se aprenden en la escuela media argentina acerca de los efectos biológicos de las radiaciones? *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*.7(2), 492-508.
<https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2615>
- De Posada, J. y Prieto, T.** (1999) *Ideas y representaciones de los alumnos sobre radiactividad*. Revista de educación, 289, 357-375. [Archivo PDF]
<https://www.educacionyfp.gob.es/dam/jcr:46b99f09-0979-412f-964e-f031feccf0b4/re28917-pdf.pdf>
- Delgado, R.** (2009) La integración de los saberes bajo el enfoque dialéctico globalizador: La interdisciplinariedad y transdisciplinariedad en educación. *Investigación y Postgrado*, 24(3), 11-44
http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1316-00872009000300002&script=sci_abstract
- Díaz A. y Hernández, R.** (1999). Constructivismo y aprendizaje significativo. [Archivo PDF]
- Díaz Barriga, F. y Hernández, G.** (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. 2da edición Mac Graw Hill Interamericana. Mexico <https://buo.mx/assets/diaz-barriga%2C---estrategias-docentes-para-un-aprendizaje-significativo.pdf>
- Doymus, K., Canpolat, N., Pınarbaşı, T., Bayrakçeken, S. y Gürses, A.,** (1998). *Niveles de comprensión de algunos conceptos de química por estudiantes del Departamento de Química de la Universidad*, Simposio de Educación Científica, KTÜ., Trabzon.
- Driver, R.** (1986). *Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos*. Enseñanza de las Ciencias, 4 (1), 3-15.
<https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/50854>
- Driver, R. y Easy, J.** (1978). Alumnos y Paradigmas: Una Revisión de la Literatura Relacionada con el Desarrollo de Conceptos en Estudiantes de Ciencias Adolescentes *Estudios en Ciencias de la Educación*. 5(1)
<https://doi.org/10.1080/03057267808559857>

- Duit, R.** (1984) Learning de energy concept in school: empirical resulyts from the Phillippines and West German. *Physics Education*.19, 59-66.
- Duschl, A.** (1997) *Renovar la enseñanza de las ciencias: Importancia de las teorías y su desarrollo*. Narcea Ediciones. En: Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Espacio de formación multimodal. México: Mc Graw Hill. (13-33)
- Eryilmaz, A. y Tatl, A.** (1998). *Conceptos erróneos de los estudiantes de METU sobre mecánica. III*. Educación Nacional en Ciencias.
- Espinosa, E.** (2018) La planeación interdisciplinar en la formación del profesional en educación. *Revista electrónica Maestro y Sociedad*. 15 (1), 77-91
- Esteban, S y Pérez, J.** (2012) Estudiando el fenómeno de la radiactividad a través de noticias de prensa: el caso del espía ruso envenenado. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9 (2), 294-306
- Fensham, P.** (1988). Approaches to the teaching of STS in science education. *International Journal of Science Education*, 10, 346-356.
- Ferreiro, R.** (2012). Cómo ser mejor maestro. El método. ELI. *Revista Complutense de Educación*, 27(2), 883-884.
https://doi.org/10.5209/rev_RCED.2016.v27.n2.52194
- García, R.** (2013). Investigación interdisciplinaria de sistemas complejos: lecciones del cambio climático. *Interdisciplina*, 1(1)
<https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2013.1.46545>
- García-Carmona, A. y Criado, A.** (2008) Enfoque CTS en la enseñanza de la energía nuclear: análisis de su tratamiento en textos de Física y Química de la ESO. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 26 (1), 107-124.
<https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/89261>.
- Gil, D. y Guzmán, M.** (1993) *Enseñanza de las Ciencias y la Matemática. Tendencias e Innovaciones*. Editorial Popular. Editor: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura. [Archivo PDF] <https://rieoei.org/historico/documentos/rie43a02.pdf>
- Giordán A.** (1982) *La enseñanza de las ciencias*. Siglo XXI. Madrid España.
- González, C.** (2019) Las disciplinas académicas. *Elementos*, 114 ,11-18 [Archivo PDF] <https://elementos.buap.mx/directus/storage/uploads/00000003971.pdf>

- González, F., Moron, C. y Novak, J.** (2001) *Errores Conceptuales. Diagnosis, Tratamiento y Reflexiones*. Eunate.
- Gutiérrez, E., Capuano, E., Conrado, V., Perrota, M., De la Fuente, A. y Follari, B.** (2000) ¿Qué piensan los jóvenes sobre radiactividad, estructura atómica y energía nuclear? *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (2), 247-254. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21665>.
- Helm, H.** (1980). Misconceptions in Physics among South African Students. *Physics Education*, 15, 92-105. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/15/2/308>
- Henaó, C.** (2017) Multidisciplinariedad, interdisciplinariedad y transdisciplinariedad en la formación para la investigación en ingeniería. *Revista Lasallista de Investigación*. 14(1), 179-197 <https://www.redalyc.org/pdf/695/69551301017.pdf>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P.** (2014). *Metodología de la investigación* (6ta ed.). Mexico; 4ed. McGraw-Hill. http://dx.doi.org/10.5209/rev_RCED.2016.v27.n2.52194
- <https://es.scribd.com/document/368110666/Aprendizaje-Por-Descubrimiento-Bruner#>
- https://perso.telecom-paristech.fr/rodriguez/resources/PEDAGO/construct_as.pdf
- Imbert, D., Alvarez, D., Carámbula, S., Nieto, S., Pérez, M., Pérez, A., Varela, M. y Cabreara, C.** (2017) Aprender y enseñar para la docencia compartida interdisciplinaria en la Formación Docente Inicial. *Educación en Ciencias Biológicas*. 2(1), 13-20. <https://repositorio.cfe.edu.uy/bitstream/handle/123456789/539/Imbert%20CD.Aprender.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Infante-Malachias, M.** (2011). Interdisciplinariedad y resolución de problemas: algunas cuestiones para quien forma futuros profesores de ciencias. en *Dos Santos, C y Quadros A. (coords.), Utopia em busca de possibilidades: Abordagens interdisciplinares no ensino de ciências da natureza*, Ediciones Universidad Federal de Integración Latinoamericana, 93-104.
- Ingver, C.** (2009) Currículo disciplinar e interdisciplinar: una balanza difícil de equilibrar. Postgrado en Educación con énfasis en Docencia Universitaria. *Actas odontológicas*. 6 (1) <https://es.scribd.com/document/442700669/1090-Texto-del-articulo-4203-1-10-20160407>
- Jaramillo, R., y Ruiz, M.** (2017). Relación del desempeño matemático con el desempeño en la materia de química en el nivel medio superior. *Jóvenes en la*

ciencia, 3(2), 948–952.
<https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/2188>

Jiménez-Liso, M. y De Manuel, E. (2009). El regreso de la Química cotidiana: ¿regresión o innovación? *Enseñanza de las Ciencias*, 27(2), 257-272.
<https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/132241>

Johnson, D. y Johnson R. (1999). Aprender juntos y solos. *Aiqué*, Buenos Aires

Lattuca, L. (2001). Creating interdisciplinarity: Interdisciplinary research and teaching among college and university faculty. Nashville, TN: Vanderbilt University Press.

Lavín, C. y Mínguez, R. (2017) Diseño de actividades para el aprendizaje de la radiactividad en bachillerato. *Tabanque*, 30(1),159-182
<https://doi.org/10.24197/trp.30.2017.159-182>

Lazo, M. (2011). La interdisciplinarietà y la integralidad una necesidad de los profesionales de la educación. *Cuadernos de Educación y Desarrollo*. 3(27)

Lemke, J. (2006). Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 24 (1), 5-12.
<https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/73528>.

Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitude. *Archives of Psychology*. 22(140), 5-55

Llano, L. , M Gutiérrez , M., , Stable, A., Núñez, M. ,Rivero y R., Rojas, B. (2016). La interdisciplinarietà: una necesidad contemporánea para favorecer el proceso de enseñanza aprendizaje. *Revista de Ciencias Médicas de Cienfuegos*. 4(3) http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-897X2016000300015

López, L. (2012) La importancia de la interdisciplinarietà en la construcción del conocimiento desde la filosofía de la educación. *Sophia, colección de filosofía de la educación*. (13), 367-377. [Archivo PDF]
<https://www.redalyc.org/pdf/4418/441846102017.pdf>

López, W. y Vivas, F. (2009). Estudio de las preconcepciones sobre los cambios físicos y químicos de la materia en alumnos de noveno grado. *Educere, Investigación* 13(45), 491-499.

http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-49102009000200023&lng=es&tlng=es.

- Lugo-López, N y Pérez-Almagro, M.** (2022) Estrategia pedagógica interdisciplinar para la enseñanza en el primer ciclo de la educación básica en Colombia. *Revista Electrónica Educare*. 26(2), 547-569. <https://dx.doi.org/10.15359/ree.26-2.29>
- McDermot, M.** (1984.) Research on conceptual understanding in mechanics. *Physics Today*. 37(7), 24-32. <https://doi.org/10.1063/1.2916318>
- Mediavilla, E.** (2020). Construcciones del cuerpo y las artes para una educación infantil transformadora. *Arteterapia*. (16), 23-32. <https://doi.org/10.5209/arte.71778>
- Méndez-Coca, D.** (2015). Estudio de las motivaciones de los estudiantes de secundaria de física y química y la influencia de las metodologías de enseñanza en su interés, *Educación XXI*, 18(29), 215-235. [Archivo PDF] <https://www.redalyc.org/pdf/706/70638708009.pdf>
- Miño, L., Abril, D. y Rodríguez, M.** (2013) *Ideas previas sobre la química en alumnos que ingresan a la carrera de pedagogía en ciencias de la universidad católica del Muelle, Chile*. IX congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias. Girona, España
- Mora, C. y Herrera, D.** (2008) Una revisión sobre ideas previas del concepto de fuerza. *Lat. Am. J. Phys. Educ.* 3 (1), 72-86. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3688983>
- Mosquera, M.** (2017). *Una propuesta para la enseñanza de la radiactividad en docentes en formación inicial desde un análisis histórico*. [Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental] Universidad del Valle, Instituto de Educación y Pedagogía Santiago De Cali.
- Muñoz, C.** (2005). Ideas previas en el proceso de aprendizaje de la historia. Caso: estudiantes de primer año de secundaria. *Geoenseñanza*. 10 (1), 209-218. [Archivo PDF] <https://www.redalyc.org/pdf/360/36010207.pdf>
- Nakhleh, M. y Krajcik, J.** (1994). Influence of levels of information as presented by different technologies on students' understandings of acid, base and pH concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(10), 1077- 1096
- Nervenis, M. e Ibarrodo, P.** (2018) *Radiactividad: perspectivas, proyecciones y vigencia del descubrimiento*. [Archivo PDF]

<https://www.yumpu.com/es/document/view/47600598/propuesta-de-trabajo-interdisciplinario-radiactividad>

- Novak, J.** (1992). *Teoría y práctica de la educación* (6a. ed.). Madrid: Alianza Universitaria.
- Osborne, R., Beverley, F. y Gilbert, J.** (1983) La enseñanza de las ciencias y la visión del mundo de los niños, *European Journal of Science Education*, 5 (1), 1-14, <https://doi.org/10.1080/0140528830050101>
- Ospina, W.** (13-15 septiembre 2010) Preguntas para una nueva educación. [Discurso principal] Congreso Iberoamericano de Educación Metas 2021. OEI. Buenos Aires Argentina.
- Perera, F.** (2000) *La formación interdisciplinaria de los profesores de ciencias: un ejemplo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física*. [Tesis de doctorado] Universidad de Ciencias Pedagógicas ‘Enrique José Varona’, La Habana, Cuba.
- Perera, F.** (2009) Proceso de enseñanza-aprendizaje. Interdisciplinariedad o integración. *Varona*. 48 (49), 43-49. [Archivo PDF] <https://www.redalyc.org/pdf/3606/360636904007.pdf>
- Pérez, J., Gardey, A.** (23 de abril de 2008). Definición de didáctica - Qué es, Significado y Concepto. Recuperado el 18 de enero de 2023 de <https://definicion.de/?s=didactica>
- Pesa, M. y Cudmani, L.** (1997). Sistematización de los resultados alcanzados en las investigaciones sobre concepciones alternativas. *Memorias REF X*, Tomo I, Mar del Plata. Argentina.
- Piaget, J.** (1991). Seis estudios de Psicología. *Labor*. Barcelona
- Popkewitz, T.** (1994). Sociología política de las reformas educativas. *Ediciones Morata*, Madrid.
- Porta, S.** (2007) Las ideas previas y las situaciones de enseñanza. *Quehacer educativo*. (86), 146-149.
- Posada, R.** (2004). Formación superior basada en competencias, interdisciplinariedad y trabajo autónomo del estudiante. *Revista Iberoamericana de Educación*, 35(1), 1-33. <https://doi.org/10.35362/rie3512870>
- Posner, G., Strike, K., Hewson, P, y Gertzog, W.** (1982). Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227. <https://doi.org/10.1002/sc.3730660207>

- Pozo, J.** (1996). Las ideas del alumnado sobre la ciencia: de dónde vienen, adónde van... y mientras tanto qué hacemos con ellas. *Alambique*, 7, 18-26. <http://hdl.handle.net/10486/669405>
- Pozo, J. y Gómez, M.** (1998) Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. *Morata*. Madrid
- Pozo, J.; Asencio, M. y Carretero, M.** (1989). La enseñanza de las ciencias sociales. *Ed. Visor*, España
- Prather, E. y Harrington, R.** (2001). Student Understanding of Ionizing Radiation and Radioactivity. *Journal of College Science Teaching*, 31(2), 89-93.
- Puzzella, A.; Lopez, N.; Palma, N.; Castro, J. y Alborch, A.** (2006). Las radiaciones y sus efectos biológicos. Una indagación a docentes y alumnos desde la perspectiva ciencia, tecnología y sociedad. Congreso Iberoamericano de ciencia tecnología y sociedad.
- Raviolo, A., Siracusa, P. y HerbeL, M.** (1997). Cambio de actitudes hacia la energía nuclear: experiencia en la formación de maestros. *Educación en Ciencias*. Revista de la Universidad Nacional del General San Martín, 1(3), 24-31
- Reyes, V. y Furió, C.** (1988). *Opinión de los profesores sobre las causas del fracaso escolar en la resolución de problemas de química*. III Jornadas para la Renovación Metodológica de la Enseñanza Media y C.S. Bilbao: ICE Universidad del País Vasco.
- Rivera Cañón, L.** (2013). Enseñanza y aprendizaje del concepto de ser vivo en estudiantes de básica primaria. [Tesis de maestría. Universidad Nacional de Colombia] <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/21265>
- Rivera, E.; Nocua, J. y Maldonado, E.** (2019) Transferencia conceptual en ciencias y matemáticas en los cursos de química y física con el uso de problemas verbales. *International Journal of Applied Research*, 5(4), 172-176. [Archivo PDF]<https://www.allresearchjournal.com/archives/2019/vol5issue4/PartC/5-3-53-750.pdf>
- Saltiel, E. y Viennot, L.** (1985). ¿Qué aprendemos de las semejanzas entre las ideas históricas y el razonamiento espontáneo de los estudiantes?. *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*. 3(2), 137-144. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/51883>.

- Sanchez, S.** (2018) *Cómo trabajan los docentes con las ideas previas de los alumnos. Comparativa entre dos centros con metodologías diferentes.* [Trabajo Fin de Grado] Universidad de Sevilla, Sevilla. <https://idus.us.es/handle/11441/82907>
- Santos, S. e Infante-Malachias M.** (2008). Interdisciplinaridade e resolução de problemas: algumas questões para quem forma futuros professores de ciências. *Educação & Sociedade*, 29(103), 557-579. [Archivo PDF] <https://www.redalyc.org/pdf/873/87314210013.pdf>
- Sautu,R., Boniolo,P., Dalle P. y Elbert, R.** (2005) *Manual de Metodología.* CLCASO , Buenos aires , Argentina
- Solbes, J., Montserrat, R. y Furió,C.** (2013). Desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza, *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 21, 91-117. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2475999>
- Solís, I.** (2003). *El análisis documental como eslabón para la recuperación de información y los servicios.* Guia para el Análisis documental CIACSO http://www.biblioteca.clacso.edu.ar/ar/bibliointra/documentacion/analisis_documental
- Taber, K.** (1995). An analogy for discussing progression in learning chemistry. *School Science Review*, 76(276), 91-95.
- Torres L.** (2019) Las radiaciones en la vida cotidiana. Cuaderno/Guia para docentes. https://ricabib.cab.cnea.gov.ar/793/1/1Las_radiaciones_en_la_vida_cotidiana_2019.pdf
- Torres, J.** (1994). Globalización e interdisciplinariedad: el curriculum integrado. *Ediciones Morata* 2ª ed.Madrid.
- Torres, R.** (1996).Sin reforma de la formación docente no habrá reforma educativa. *Perspectivas*, 99(3), 469-669.
- Treagust, D.** (1988). Desarrollo y uso de pruebas de diagnóstico para evaluar los conceptos erróneos de los estudiantes en ciencias. *Revista de Educación Biológica*, 10(2), 159-169
- UNICEF** (23 Septiembre 2022). *De la recuperación del aprendizaje a la transformación de la educación.* <https://www.unicef.org/es/blog/de-recuperacion-aprendizaje-a-transformacion-educacion>

- Universidad de Las Américas** (2015) *Guía para diseñar, ajustar y rediseñar los Planes de Estudios UDLA*. [Archivo PDF] <https://docencia.udla.cl/wp-content/uploads/sites/60/2019/11/guia-disenar-ajustar-redisenar-udla.pdf>
- Van del Linde, G.** (2007) ¿Por qué es importante la interdisciplinariedad en la educación superior? *Cuaderno de Pedagogía Universitaria* 4(8), 11-12, <https://doi.org/10.29197/cpu.v4i8.68>
- Wallerstein, I.** (1990). *Análisis de los sistemas mundiales*. En A. Giddens, J. Turner y otros: *La teoría social hoy*. Madrid. Alianza, 398-417.
- Yuni, J. y Urbano, C.** (2020). *Metodología y técnicas para investigar: recursos para la elaboración de proyectos, análisis de datos y redacción científica*. Brujas. Córdoba
- Zavala, C. y Salinas, J.** (2017) La interdisciplinariedad en el aula de educación secundaria: Una opinión a través de la opinión del profesorado de las áreas de música, lengua castellana, literatura y ciencias sociales. *European Scientific Journal*. 13 (19), 281. <https://doi.org/10.19044/esj.2017.v13n19p281>

9. ANEXOS

Anexo 1

Cuestionario estudiantes.

Estimado alumno,

Mi nombre es Sair Elizabeth Aparicio y soy profesora de Química de Educación Secundaria. Actualmente soy estudiante de posgrado de Maestría en Química orientación Educación impartido en la Facultad de Química de la Universidad de la República. Durante la realización de la maestría es necesario elaborar un trabajo de investigación vinculado con la enseñanza de la química. En mi caso particular éste está enfocado en el estudio de las ideas previas que los alumnos de orientación científica tienen sobre ciertos temas. Por ese motivo he elaborado este cuestionario de carácter **anónimo y voluntario** que me servirá como información de base para el resto del estudio.

Agradezco enormemente el tiempo que dediques a responder el cuestionario, y tu apoyo al mejoramiento de la educación en nuestro país.

Muchas gracias

Sair

1- IDENTIFICACIÓN

- a- Sexo : Mujer Hombre
- b- Edad : ____ años
- c- Tipo de Bachillerato: Biológico Científico
- d- ¿Primera vez que cursas 5to año? SI NO

2- Las siguientes cuestiones tienen que ver con el tema Radiactividad.

(Señala con una cruz (X) la o las opciones que consideres correcta/s)

A) Ciertos elementos químicos tienen distintas propiedades que los caracterizan, entre las cuales se encuentra la emisión:

- a- De partículas
- b- De ondas
- c- De ondas y partículas
- d- De otra cosa, explique brevemente
- e- No sabe/No contesta

B) Cuando los materiales radiactivos emiten radiación:

- a- Modifican el estado energético de sus núcleos
- b- Sigue siendo el mismo elemento químico, pero con menor energía
- c- Se transforman en dos elementos químicos iguales
- d- Otra respuesta ,explique brevemente
- e- No sabe/No contesta

C) Dentro de los materiales radiactivos se encuentran:

- el ^{131}I (isótopo del yodo útil para la terapia de ciertas patologías),
- el ^{14}C (isótopo del carbono, que se utiliza para determinar la edad de materiales antiguos)
- y el ^{239}Pu (isótopo del plutonio, usado como combustible nuclear).

Sus emisiones, en cualquiera de los tres casos:

- a- Disminuyen a medida que transcurre el tiempo
- b- Aumentan a medida que transcurre el tiempo
- c- Se mantienen constantes a medida que transcurre el tiempo
- d- Otra respuesta, explique brevemente
- e- No sabe/No contesta

3- Las siguientes cuestiones tienen que ver con energía nuclear.

A) En la siguiente lista marca todas las opciones que a tu criterio consideres correctas.

En que situaciones la energía nuclear se transforma en otras formas de energía:

- a. Central nuclear
- b. Pila común
- c. Sol
- d. Láser
- e. Bomba atómica
- f. Central termoeléctrica (que usa como combustible derivados del petróleo)
- g. Equipo de radioterapia
- h. Otras. Mencionarlas
- i. No sabe/No contesta

B) Marca todas las palabras que asocies con energía nuclear:

- a. Luz
- b. Peligro
- c. Calor
- d. Renovable
- e. Contaminación
- f. Productividad
- g. Económica
- h. Efecto Invernadero
- i. Tecnología
- j. Otras. Mencionarlas

4- Imagina, por un momento, que estás en los siguientes lugares:

a- Debajo de un tendido eléctrico de alta tensión



b - En una playa al lado de una central nuclear



c- En una cocina en la que hay un horno microondas



d- En la época de los dinosaurios.



e -Te sometés a una tomografía.



f- Realizas un vuelo en un avión.



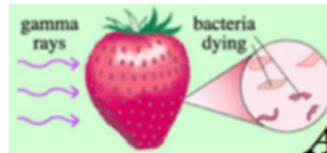
A) Señala mediante una cruz (X) todas las opciones en las cuales crees que estarías expuesto a radiactividad ambiental.

En caso de que no estés de acuerdo con los ejemplos, describe en qué lugar consideras que estarías expuesto”.

B) Ordena de mayor a menor los lugares elegidos en el apartado anterior según la cantidad de radiactividad a la que consideres que estás expuesto. Ejemplo: a > b > c

5- Observa la siguiente situación:

Una frutilla está siendo irradiada mediante una fuente radiactiva con el fin de eliminar microorganismos que la dañan (caso A)



Después, se separa de la fuente, quedando sola. (caso B)



A- ¿Qué opinas? ¿Emitirá radiación la frutilla en el caso B ?

Indica con una cruz (X), la opción con la que estés de acuerdo:

- a- La frutilla emitirá radiación
- b- La frutilla NO emitirá radiación

B- ¿Contendrá la frutilla en la situación B sustancias radiactivas?

Indica mediante una (X) la opción que consideres más adecuada:

- a- La frutilla en la situación B contiene sustancias radiactivas.
- b- La frutilla en la situación B no contiene sustancias radiactivas.

Anexo 2 Evaluación del cuestionario de los estudiantes.

Estimado docente:

Mi nombre es Sair Elizabeth Aparicio, profesora de Química de Educación Secundaria. Actualmente soy estudiante de posgrado de Maestría en Química orientación Educación impartido en la Facultad de Química de la Universidad de la República. Durante la realización de la maestría es necesario elaborar un trabajo de investigación vinculado con la enseñanza de la química. En mi caso particular este está enfocado en el estudio de las ideas previas que los alumnos de orientación científica tienen sobre ciertos temas. Por ese motivo he elaborado este cuestionario de carácter que me servirá como información de base para el resto del estudio.

Agradecería enormemente que dedicara unos minutos a la evaluación del cuestionario de carácter anónimo que se aplicará a alumnos de 2do año de bachillerato de Educación Secundaria. Con este fin se le entrega el cuestionario y una tabla en la cual evaluar según el porcentaje de adecuación de cada ítem según los siguientes criterios: pertinencia con los objetivos, pertinencia con los indicadores, redacción de los enunciados.

El presente cuadro fue diseñado y construido con adaptaciones del presentado en el estudio de López y Vivas (2009).

Ítem	Pertinencia con los objetivos (%)	Pertinencia con los indicadores (%)	Redacción de los ítems (%)	Comentarios
1				
2				
2-A				
2-B				
2-C				
3				
3-A				
3-B				
4				
4-A				
4-B				
5				
5-A				
5-B				
6				

Anexo 3

Descripción del taller

Los talleres fueron realizados en el Instituto Manuel Oribe (liceo n°1 de Florida) y en el liceo Faustino Harrison de la localidad de Sarandí Grande - Florida con una duración de 2hs aproximadamente. Asistieron un total de sesenta estudiantes de segundo año de bachillerato de ambos centros de estudio de los turnos matutinos y vespertinos. Fueron diseñados teniendo en cuenta los resultados de las pruebas diagnósticas (P1) y dictados por la Doctora Lourdes Torres docente del Instituto Balseiro de Bariloche - Argentina, la Doctora Mariella Terán y la Licenciada Leticia Fernández, docentes de Facultad de Química de la UdelaR, con un abordaje interdisciplinario.

Cronograma

Primera parte: Se trabaja con contenido teórico sobre Radiación y radiactividad , aplicaciones de la radiación en la vida cotidiana, interacción de la radiación con la materia, protección radiológica.

Segunda parte: Actividad lúdica. “Jugando con radiaciones”

Contenidos temáticos: Interacción de la radiación con la materia. Conceptos de radiaciones, tipos de radiaciones, radiaciones nucleares: alfa, beta, y gamma, interacción de la radiación con la materia, blindajes.

Recursos materiales: Pelotas de playa grande, pelotas de tenis, pelotas de tenis de mesa, bolos de juguetes de distintos tamaños, pistolas de dardos de juguete.

El objetivo principal es mostrar las características de la radiación alfa, la beta y la gamma e introducir la forma en que estas radiaciones interactúan con la materia.



Tercera parte: Actividad experimental

Medición de diferentes objetos de la vida cotidiana, sal de mesa que contiene Potasio-40, mantillas o camisas de faroles a mantilla que contienen Torio.

Análisis e interpretación de datos, socialización de resultados y reflexiones/ conclusiones finales.

Anexo 4

Cuestionario docente

3. Apellido

4. Consentimiento de participación. *

Selecciona todos los que correspondan.

"He leído y entiendo la información anterior. Acepto participar en este estudio en el entendimiento de que puedo retirarme en cualquier momento".

Estimado docente,

Mi nombre es, Sair Elizabeth Aparicio, profesora de Química de Educación Secundaria. Actualmente soy estudiante de posgrado de Maestría en Química orientación Educación impartido en la Facultad de Química de la Universidad de la República. Durante la realización de la maestría es necesario elaborar un trabajo de investigación vinculado con la enseñanza de la química. En mi caso particular éste está enfocado en el estudio de las ideas previas que los alumnos de orientación biológica tienen sobre ciertos temas y su abordaje interdisciplinario. Por ese motivo he elaborado este cuestionario que me servirá como información de base para el resto del estudio.

Agradecería enormemente que dedicara unos minutos a la evaluación del cuestionario de carácter anónimo. En el mismo aparecen dos términos claves:

- Ideas previas: "son aquellas ideas que posee una persona que va a aprender sobre un tema antes de escuchar las explicaciones del profesor que surgen en la mente del sujeto en su interacción con el medio" (Muñoz 2005)
- Interdisciplinariedad: es una "puesta en común y de intercambio entre diferentes disciplinas. Es una forma de predisposición por tender hacia la unidad del saber habida cuenta de la complejidad de la realidad como la totalidad" (Ander - Egg 1994)

Muchas gracias.

5. Sexo: *

Marca solo un óvalo.

Mujer

Hombre

6. Edad: *

7. Años de experiencia docente *

Marca solo un óvalo.

- 0 a 5
- 6 a 10
- 11 a 15
- 16 a 20
- 21 a 25
- 26 a 30
- Más de 30

Nivel Educativo

8. Bachillerato Opción: *

Marca solo un óvalo.

- Físico Matemático
- Ciencias Biológicas
- Ciencias Agrarias
- Matemático Diseño
- Social Humanístico
- Arte y Expresión
- Social Económico
- Otro: _____

9. Profesorado

Selecciona todos los que correspondan.

	Completo	Incompleto
Física	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Química	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Matemáticas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10. Otro estudio terciario

11. Posgrado *

Marca solo un óvalo.

- Diplomatura
- Maestría
- Doctorado
- No tengo
- Otro: _____

Ideas
Previas

Indique si usted está de acuerdo o no con cada una de estas afirmaciones. Diga exactamente lo que piensa: no hay respuestas correctas ni incorrectas. Si no sabe que responder a alguna de estas preguntas o no tiene las ideas claras, responda "no sé".

12. 1- Las ideas previas de los alumnos son un factor limitante para su aprendizaje *

Marca solo un óvalo por fila.

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	No sé
Su respuesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13. 2- Diseño mis propias actividades (mapas conceptuales, lluvia de ideas, debates) para detectar las ideas previas de mis alumnos. *

Marca solo un óvalo por fila.

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	No sé
Su respuesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

14. 3- Las ideas previas de los alumnos son aleatorias. *

Marca solo un óvalo por fila.

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	No sé
Su respuesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

15. 4- Considero que la existencia de ideas previas erróneas obstaculiza el aprendizaje significativo de las ciencias. *

Marca solo un óvalo por fila.

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	No sé
Su respuesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

16. 5- Considero que las ideas previas son fáciles de sustituir. *

Marca solo un óvalo por fila.

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	No sé
Su respuesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

17. 6- Utilizo cuestionarios ya publicados para detectar las ideas previas de cada estudiante. *

Marca solo un óvalo por fila.

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	No sé
Su respuesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

18. 7- Si se detectan ideas previas erróneas en un estudiante hay que modificar la planificación que tenía preparada para tratar de refutarlas. *

Marca solo un óvalo por fila.

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	No sé
Su respuesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

19. 8- Aunque considero importante detectar las ideas previas de los alumnos en cada unidad curricular, en general no lo hago porque las desconozco. *

Marca solo un óvalo por fila.

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	No sé
Su respuesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

20. 9- Ante una idea previa errónea, una buena estrategia es provocar en el alumno un conflicto cognitivo. Enfrentarle a una situación donde su preconcepción falle al explicar la realidad. *

Marca solo un óvalo por fila.

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	No sé
Su respuesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

21. 10- En general, debido a la falta de tiempo y extensión del temario asumo que los alumnos tienen adquiridos los conocimientos previos necesarios para abordar nuevos aprendizajes. *

Marca solo un óvalo por fila.

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	No sé
Su respuesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

22. 11- Los medios de comunicación pueden ser causa de la existencia de ideas previas en los alumnos. *

Marca solo un óvalo por fila.

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	No sé
Su respuesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

23. 12- Las ideas previas de los alumnos se originan a partir de las experiencias con relación a fenómenos cotidianos y/o a la correspondencia de interpretación con sus pares. *

Marca solo un óvalo por fila.

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	No sé
Su respuesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

24. 13- La enseñanza recibida en el ámbito académico puede ser la causa de las ideas previas de los estudiantes. *

Marca solo un óvalo por fila.

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	No sé
Su respuesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Interdisciplinariedad

25. 1- Considero que la aplicación del modelo de enseñanza interdisciplinaria en las aulas es poco factible debido al número de alumnos. *

Marca solo un óvalo por fila.

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	No sé
Su respuesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

26. 2- Considero que la aplicación del modelo de enseñanza interdisciplinaria en las aulas es poco factible debido, a la amplitud de contenidos de los programas. *

Marca solo un óvalo por fila.

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	No sé
Su respuesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

27. 3- Considero que la aplicación del modelo de enseñanza interdisciplinaria en las aulas es poco factible debido a la falta de formación del profesorado *

Marca solo un óvalo por fila.

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	No sé
Su respuesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

28. 4- Las clases magistrales (con el apoyo de la pizarra o de una presentación en Power Point) y el libro de texto para hacer ejercicios es la mejor metodología para abordar el currículo de ciencias. *

Marca solo un óvalo por fila.

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	No sé
Su respuesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

29. 5- El uso de metodologías no tradicionales como la interdisciplinariedad es una buena estrategia para facilitar el cambio conceptual. *

Marca solo un óvalo por fila.

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	No sé
Su respuesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

30. 6- La estrategia de enseñanza interdisciplinaria requiere demasiado tiempo para que sea aplicada en el aula. *

Marca solo un óvalo por fila.

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	No sé
Su respuesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

31. 7- En general los profesores desconocen cómo llevar a la práctica el trabajo interdisciplinario. *

Marca solo un óvalo por fila.

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	No sé
Su respuesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Ha finalizado el formulario.

Anexo 5

Enlaces a programas oficiales plan Reformulación 2006 de las asignaturas Física, Química y Matemáticas del Consejo de Educación Secundaria (DGES)

Programa de Física:

https://www.ces.edu.uy/files/Planes%20y%20programas/Ref%202006%20Bach/5to%20biologico/fisica_biologico.pdf

Programa de Química:

https://www.ces.edu.uy/files/Planes%20y%20programas/Ref%202006%20Bach/5to%20biologico/quim_biologico.pdf

Programa de Matemática:

https://www.ces.edu.uy/files/Planes%20y%20programas/Ref%202006%20Bach/5to%20nucl eo%20comun/matematica_5.pdf

Anexo 6

Matrices de datos

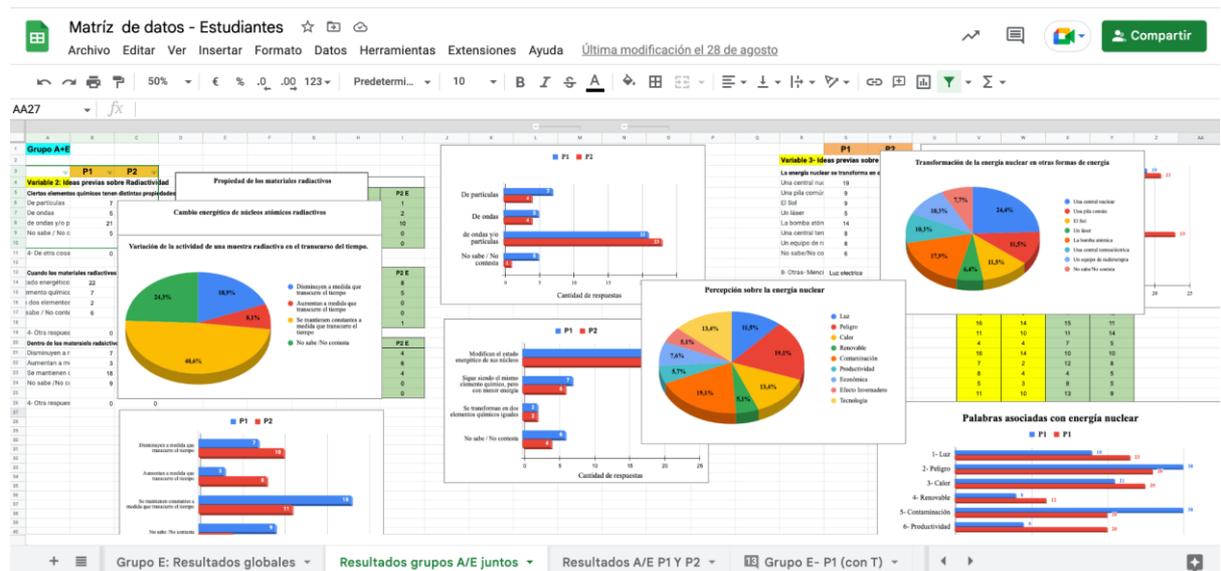
Matriz de datos - Estudiantes

Disponible en :

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1fu1jFb88HUrkneZP_kAiTdTuP6SHROYOOf-JM8qH3PQ/edit#gid=860779150

Evidencia:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	
2	2	1	16	2	3	2	3	1-2-3	2-4-6-7	1-2-5	1	1	1	2	
3	3	1	16	2	3	1	1	1-3-5	1-3-5-7	1-2-3-4-5-6	1	1	3	3	
4	4	2	16	2	3	1	1	3-5-7	1-2-3-5-8-9-10	1-2-3-5-6	1	1	3	2	
5	5	1	16	2	5	1	5	1-5-6	1-2-5-6-8	1-2-3-	1	1	2	1	
6	6	2	16	2	3	1	2	1-5-6-7	1-3-4-5-9-nucleo	1-2-5	1	1	2	1	
7	7	2	16	2	3	1	3	1-2-5-7	2-3-5-9	2-3-5	1	1	1	2	
8	8	1	16	2	3	1	3	1-5-7	2-4-5	2-3-5	1	1	1	2	
9	9	1	16	2	2	1	3	1-3-6	1-2-3-6-7	1-3-5-6	2	2	1	2	
10	10	1	16	2	3	1	5	9	2-5	1-2-	2	2	1	2	
11	1	Grupo A- P1 (con T)				1	5	5	1	2-3-4-5-6-7-8-9	2-3-5	2	2	2	1
12	1	Grupo A- P2 (con T)				3	1	3	1	3-6-9	1-2-3-5	1	2	2	1
13	1	Grupo B- P2 (Sin P1 y sin T)				3	1	1	9	1-2-3-5-7-8	2-5	1	2	2	1
14	1	Grupo C- P2 (sin P1 y con T)				1	1	1	1	2-3-5-9	1-2-3-5	1	2	1	2
15	1	Grupo D- P1 (sin T)				1	1	1	1	1-6-7-	2-3-5	2	1	1	2
16	1	Grupo D- P2 (sin T)				2	1	1	1	1-2-3-5-7-9	3-4-5	2	1	-	-
17	1	Grupo A: Resultados globales				2	1	1	1	2-5-9	1-2-4-5	2	1	1	2
18	1	Grupo E: Resultados globales				3	1	1	1	2-5-6-7-9	2-3-5	2	1	1	2
19	1	Grupo E: Resultados globales				1	1	1	1	1-2-5-9	1-2-4	2	1	3	2
20	1	Grupo E: Resultados globales				3	1	1	1	1-2-5-8-9	2-3-5	2	1	2	1
21	U	Grupo E: Resultados globales				3	1	1	1	1-2-5-8-9	2-3-5	2	1	2	1
22	U	Grupo E: Resultados globales				3	1	1	1	1-2-5-8-9	2-3-5	2	1	2	1



Anexo 7

Análisis estadístico t Student

Disponible en : https://docs.google.com/spreadsheets/d/1sd0FUOn9FEmPaLkR-3gHLeM_iJGeEE4/edit#gid=1367881975

t de Student - estudiantes 16 de junio .xlsx ☆ 📄

Archivo Editar Ver Insertar Formato Datos Herramientas Ayuda Última modificación el 11 de julio

100% € % .0 .00 123 Predetermi... 10 B I A

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
46										
47					el Sol	23,7	31,2			
48	modifica el estado energético de sus núcleos	57,9	68,8							
49		57,8	68,9				23,65	31,1		
50		58	68,7				23,75	31,3		
51	Promedio	57,9	68,8		Promedio		23,7	31,2		
52	Desv. Est.	0,1	0,1		Desv. Est.		0,05	0,1		
53										
54					Prueba t para medias de dos muestras emparejadas					
55										
56							Variable 1	Variable 2		
57	Prueba t para medias de dos muestras emparejadas				Media		23,7	31,2		
58					Varianza		0,005	0,02		
59					Observaciones		2	2		
60					Coefficiente de correlación		1			
61					Diferencia hipotética de la		0			
62					Grados de libertad		1			
63					Estadístico t		-150			
64					P(T<=t) una cola		0,002122034471			
65					Valor crítico de t (una cola)		6,313751515			
66					P(T<=t) dos colas		0,004244068941			
67					Valor crítico de t (dos colas)		12,70620474			
68										

Variable 1 Variable 2

Media 23,7 31,2

Varianza 0,005 0,02

Observaciones 2 2

Coefficiente de correlación 1

Diferencia hipotética de la 0

Grados de libertad 1

Estadístico t -150

P(T<=t) una cola 0,002122034471

Valor crítico de t (una cola) 6,313751515

P(T<=t) dos colas 0,004244068941

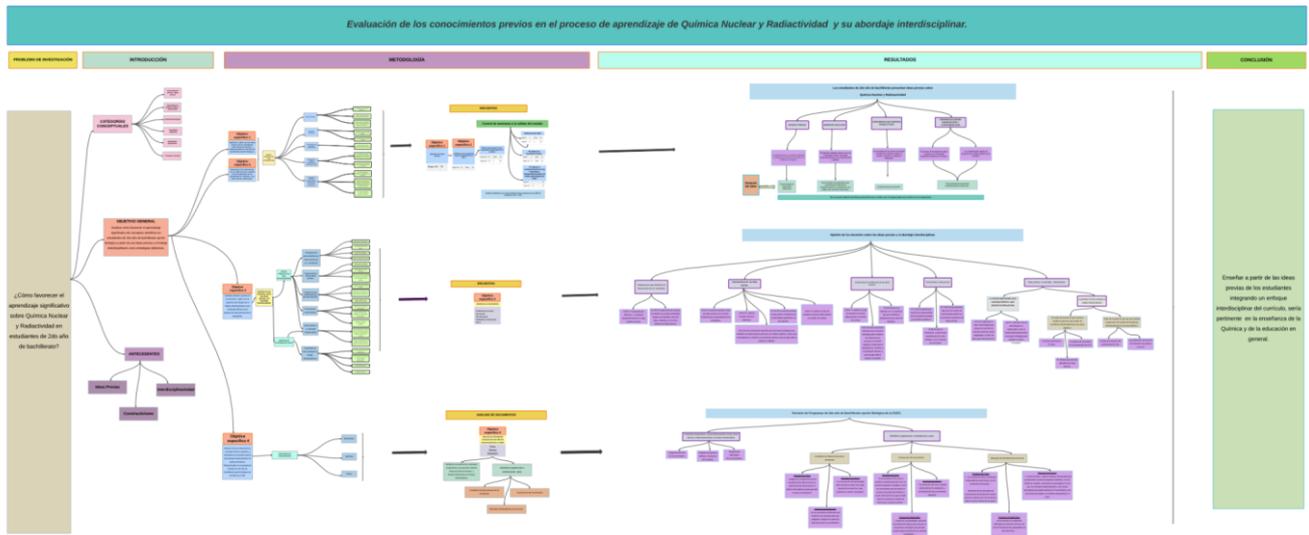
Valor crítico de t (dos colas) 12,70620474

Grupo exp. (AE) P1-P2 Grupo Control (DF) P1-P2 GRIPO C - AE (P2) Grupo B - Grupo C Grupo B - Grupo (I)

Anexo 8

Organigrama de la investigación

Disponible en : https://lucid.app/lucidspark/439b7d5e-8f84-419b-a28f-71b80ca32159/edit?viewport_loc=-4992%2C-1358%2C7866%2C3567%2C0_0&invitationId=inv_fe539e30-ce2c-45a1-a667-1f4e5195ceee



Anexo 9

Autorización del Consejo de Educación Secundaria (actual DGES) para realizar la investigación

18/07/2018 15:27 29160417 COMUNICACIONES SEC PAG. 01


ANEP
CONSEJO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA

Acuerdo de Secretarios N° 15
Res. N° 987
Exp. N° 3/2416/2018

Montevideo, 23 MAYO 2018

VISTO: la nota de fecha 16 de marzo de 2018, remitida por la Prof. Sair Elizabeth APARICIO de la PUENTE, C.I.: 3.669.308.-9, efectiva en la asignatura Química, del departamento de Florida;

CONSIDERANDO: I) que por la misma, solicita autorización para llevar adelante una investigación titulada: "Evaluación de los conocimientos previos en el proceso de aprendizaje de Química Nuclear y Radioactividad y su abordaje interdisciplinar", en el Liceo N°1 "Instituto Manuel Oribe", de la ciudad de Florida, en el marco de su Tesis de Maestría en Química, que cursa en la Facultad de Química de la Universidad de la República;

II) que la metodología a aplicar incluye la realización de talleres con los estudiantes del Centro, utilizando el enfoque metodológico de Enseñanza de la Ciencia Basada en la Indagación (ECBI), así como la aplicación de un cuestionario a los docentes de Química encargados de los grupos en los que se desarrollen los talleres;

III) que a fs. 6 y 8 de obrados, la Inspección de Química toma conocimiento de los presentes obrados e informa que los resultados a los que se arriben durante la investigación, podrían resultar de utilidad al colectivo docente y contribuir a mejoras en los procesos de enseñanza y de aprendizaje de los contenidos involucrados, por lo cual no opone reparos a que se lleve a cabo la misma;

ATENCIÓN: a lo expuesto;

ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE EDUCACIÓN PÚBLICA - Consejo de Educación Secundaria
DPTO. DE SECRETARÍA - SEC. RESOLUCIONES RT/GAF/ef
PROY/Aut. Investigación Prof. APARICIO de la PUENTE Química - Liceo N°1 Florida 28/04/2018

LA SECRETARIA GENERAL DEL CONSEJO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA ACTUANDO EN ACUERDO CON LA PROSECRETARIA,

en ejercicio de las atribuciones delegadas por RC 24/15/05, de fecha 30 de mayo de 2005, RC 15/11/06 de fecha 6 de abril de 2006 y Acta 19 – Res.162 de fecha 15 de junio de 2016 de dicho Consejo, **RESUELVE:**

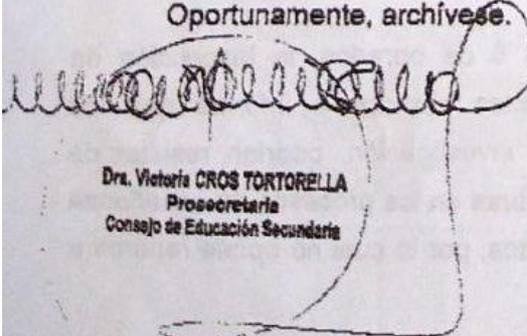
1) Autorizar a la Prof. Sair Elizabeth APARICIO de la PUENTE, C.I.: 3.669.308.-9, efectiva en la asignatura Química, del departamento de Florida, a realizar una investigación titulada: *"Evaluación de los conocimientos previos en el proceso de aprendizaje de Química Nuclear y Radioactividad y su abordaje interdisciplinar"*, en el Liceo N°1 "Instituto Manuel Oribe", de la ciudad de Florida, en el marco de su Tesis de Maestría en Química, que cursa en la Facultad de Química de la Universidad de la República.

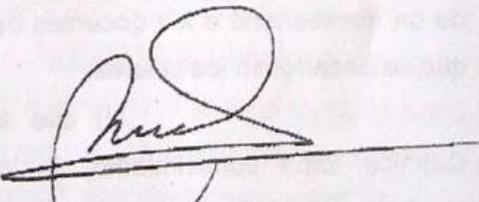
2) Hacer saber a la interesada que deberá actuar en estrecha coordinación con la Dirección Liceal involucrada a efectos de evitar entorpecer el normal desarrollo de los cursos.

3) Disponer que en todos los casos, se deberá actuar conforme a lo previsto por la normativa vigente en cuanto a la reserva en el manejo de la información recabada y que una vez culminado el trabajo de investigación, se deberá elevar a este Consejo un Informe incluyendo las etapas del proyecto cumplidas, las evaluaciones realizadas y las resultancias obtenidas, así como la pertinente devolución al Liceo que resulta campo de estudio del mismo.

Comuníquese a Inspección General Docente, a Inspección Coordinadora Regional Centro Sur, a Inspección de Química y por su intermedio notifíquese a la interesada.

Oportunamente, archívese.


Dra. Victoria CROS TORTORELLA
Prosecretaria
Consejo de Educación Secundaria


Inop. María Reyna Torres
Secretaria General del CES

Oficina de la Secretaría General
DIRECCIÓN DE RESOLUCIÓN Y TRÁMITE
24 MAYO 2018