

Hormonas y Grupos Funcionales: una secuencia de aprendizaje integradora en aulas chilenas

Hormones and Functional Groups: a unifying learning sequence in Chilean classrooms

Hormônios e grupos funcionais: uma sequência de aprendizagem integrativa em salas de aula chilenas

Jaime Solís Pinilla ¹
Katherin Jara Cáceres ²

Resumen.

Entre las disciplinas de química y biología existen elementos comunes que repercuten en la vida diaria del estudiantado, sin embargo, dentro de los discursos docentes se problematiza el bajo conocimiento estudiantil sobre la influencia de la química orgánica en la fisiología humana. Estas disciplinas se encuentran presentes en diversos aspectos de la cotidianidad, tal y como ocurre en aspectos nutricionales implicados en el balance fisiológico de organismos. Esta propuesta busca dar un vuelco a esta situación mediante el análisis de cuestiones sociocientíficas que faciliten el reconocimiento e integración de grupos funcionales y organometálicos en el rol de biomoléculas de interés. En la educación tradicional, la separación conceptual entre disciplinas como biología y química se hace visible año a año en la comunidad educativa. Ambas disciplinas suelen limitarse a explicar el contenido bajo un prisma egoísta y reduccionista, acotando la visión de ciencia a aspectos aislados y sin sentido en la construcción de la realidad estudiantil. Esta propuesta busca aunar fuerzas, y observar aquellas cuestiones socio-científicas que permean el quehacer de los futuros y futuras ciudadanas, en búsqueda de proveer mejores herramientas para la toma responsable y argumentada de aquellas decisiones que los acompañarán en sus vidas.

Palabras clave.

Secuencia de Enseñanza, Grupos Químicos, Nutrición, Enseñanza Secundaria.

¹ Universidad de Chile, jaimisolis@uchile.cl, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3287-5437>

² Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, katherin.jara.c@mail.pucv.cl, ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-2524-1726>

Abstract.

Between the disciplines of chemistry and biology there are common elements that impact the daily lives of students, however, teacher discourse questions student's low awareness about the influence of organic chemistry on human physiology. These disciplines are present in different aspects of everyday life, as is the case of nutritional aspects that impact the physiologic balance of organisms. This proposal seeks to turn this situation around through the analysis of Socioscientific Issues that facilitate the recognition and integration of functional groups and organometallics in the role of biomolecules of interest. In formal education, the conceptual separation between disciplines such as biology and chemistry are made visible year after year in the education community. Both disciplines are usually limited to explaining content from a selfish and reductionist perspective, limiting the concept of science to isolated and meaningless aspects in the construction of students' realities. This proposal seeks to join forces, and to observe the socio-scientific issues which permeate the work of future citizens, for the purpose of providing better tools so that they make responsible and informed decisions that will be with them for life.

Keywords.

Teaching Sequence, Chemical Groups, Nutrition, Secondary Education.

Resumo.

Entre as disciplinas de química e biologia existem elementos comuns que impactam no cotidiano do corpo discente, porém, dentro dos discursos docentes, problematiza-se o baixo conhecimento discente sobre a influência da química orgânica na fisiologia humana. Essas disciplinas estão presentes em vários aspectos da vida diária, como ocorre nos aspectos nutricionais envolvidos no equilíbrio fisiológico dos organismos. Esta proposta busca reverter esta situação analisando questões sociocientíficas que facilitem o reconhecimento e integração de grupos funcionais e organometálicos no papel de biomoléculas de interesse. Na educação tradicional, a separação conceitual entre disciplinas como biologia e química torna-se visível ano após ano na comunidade educacional. Ambas as disciplinas tendem a limitar-se a explicar o conteúdo sob um prisma egoísta e reducionista, limitando a visão da ciência a aspectos isolados e sem sentido na construção da realidade estudantil. Esta proposta busca unir forças e observar as questões sociocientíficas que permeiam o trabalho dos futuros cidadãos, em busca de fornecer melhores ferramentas para a tomada de decisões responsáveis e fundamentadas que os acompanharão em suas vidas.

Palavras-chaves.

Sequência de Ensino, Grupos Químicos, Nutrição, Ensino Médio.

Fecha de recepción: 28/12/2022

Fecha de aceptación: 23/05/2023

Introducción

Los diseños de Secuencias de Enseñanza- Aprendizaje (en adelante SEA), en su ánimo de aunar propósitos epistémicos y cognitivos, organizan los aspectos situacionales donde un estudiante, desde una perspectiva socio constructivista, interactúa con su entorno y construye sus visiones de la realidad (Couso, 2011). Bajo esta premisa, es importante destacar que nos posicionamos en un modelo educativo que pretende reemplazar el paradigma de la *tabula rasa* que permean la educación tradicionalista que hasta hoy se hace presente en las aulas.

Si pretendemos construir en conjunto visiones de la realidad, los principios de asistencia en cada etapa deben tributar de una u otra forma a las concepciones alternativas del estudiantado. Estas, definidas como ideas de coherencia personal, que explican y predicen fenómenos de la cotidianidad (Palmer, 1999), nos servirán como insumo para lograr una progresión gradual de los aprendizajes esperados. Para ello, requeriremos de elementos cotidianos que permitan evocar sus representaciones respecto a la temática, y con ello transitar hacia niveles de alfabetización superiores vinculados a la construcción de una ciudadanía empoderada ante las cuestiones socio- científicas a las que se enfrente (Sjöström y Eilks, 2018).

Con la finalidad de generar espacios de interacción pedagógica que faciliten la construcción de significados, cabe tensionar la necesidad de explicitar en el diseño de SEA aquellos momentos clave donde el estudiantado “pueda aproximarse de manera efectiva al aprendizaje, desarrollar las competencias personales y sociales necesarias [...]. Esto implica propiciar ambientes inclusivos en los que todos/as los/as estudiantes se sientan cómodos, seguros, respetados, valorados, desafiados y apoyados” (Mineduc, 2021 p.33).

En la realidad educativa local, los resultados de los últimos estudios docentes reportan ciertas preocupaciones en las interacciones pedagógicas de Enseñanza Media, como la falta de elementos como el uso del error, incentivar la metacognición y preguntas indagatorias, y en consecuencia, aún predominan clases más frontales con un rol pasivo del estudiantado (Mineduc, 2017). A partir de los antecedentes, el enfoque del diseño de SEA provee elementos explícitos que facilitan la asistencia y transición de aprendizajes, por medio de elementos tensionadores que buscan indagar, evocar y transformar las concepciones alternativas del estudiantado, en búsqueda de lograr el cambio conceptual en ellos y ellas.

Aspectos Teóricos

¿Qué nos dice el currículo chileno sobre grupos funcionales y organometálicos que influyen en el rol de biomoléculas?

Desde los fundamentos anteriores, se pretende abordar los Objetivos de Aprendizaje (en adelante OA) de segundo año de educación media (Mineduc, 2016) involucrados en Química donde se plantea explicar las propiedades de compuestos del carbono como base para la formación de moléculas útiles para los seres vivos (OA7); mientras que en el plano de Biología, se promueven crear modelos que expliquen la regulación de hormonas, como las pancreáticas, sexuales, entre otras (OA2). La transición curricular se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Transición curricular de Biología y Química. Adaptado de Mineduc (2016)

	OA anterior	OA actual	OA posterior
Química	OA16 - Planificar y conducir una investigación experimental para proveer evidencias que expliquen las propiedades coligativas de las soluciones y su importancia en procesos cotidianos (la mantención de frutas y mermeladas en conserva) e industriales (aditivos en el agua de radiadores).	OA17	OA18 - Desarrollar modelos que expliquen la estereoquímica e isomería de compuestos orgánicos como la glucosa, identificando sus propiedades y su utilidad para los seres vivos.
Biología	OA01 - Explicar cómo el sistema nervioso coordina las acciones del organismo para adaptarse a estímulos del ambiente por medio de señales transmitidas por neuronas a lo largo del cuerpo, e investigar y comunicar sus cuidados, como las horas de sueño, el consumo de drogas, café y alcohol, y la prevención de traumatismos.	OA2	OA03 - Explicar que la sexualidad humana y la reproducción son aspectos fundamentales de la vida del ser humano, considerando los aspectos biológicos, sociales, afectivos y psicológicos, y la responsabilidad individual frente a sí mismo y los demás.

En el caso de la asignatura de biología, la transición proviene del OA01 vinculado a propiedades fisiológicas como la homeostasis hormonal, por ende, en ese capítulo se revisan las características del tejido nervioso, neurotransmisión y autocuidado frente a anomalías del Sistema Nervioso.

Posterior a el OA de interés (02), el Objetivo se relaciona con hormonas y la reproducción humana, dando un espacio continuo para seguir abarcando la noción de grupos funcionales y fisiología hormonal.

De forma similar, en la asignatura de química, el estudiantado aborda el OA16 que trata de propiedades coligativas, donde el nivel de relación a la noción seleccionada no tributa de gran manera. No obstante, el OA18 posterior al abordado en nuestro SEA, provee un espacio progresivo hacia la complejidad en la relación de grupos funcionales u organometálicos, relacionando la isomería de moléculas de interés biológico y/o cotidiano.

Bajo la pertinencia de los OA03 y 18 en biología y química respectivamente, y en búsqueda de propuestas que permitan desarrollar la discusión de tópicos socio científicos, se propone articular nuestra idea fundamental desde la perspectiva histórica de consumo (déficit y exceso) de yodo en la población chilena y sus posibles efectos a sobre el metabolismo tiroideo. La elección se basa, además, que es un tema frecuente hablar del consumo de sal en Chile, en la alta tasa de incidencia de enfermedades tiroideas a nivel país, y la escasa relevancia que el currículum otorga al hacer énfasis en otros fenómenos endocrinos.

Análisis conceptual desde la Alfabetización Científica Crítica (ACC)

A partir de las concepciones alternativas del estudiantado en un primer nivel de ACC (ver sección aspectos relevantes del aprendizaje), se torna necesario abordar nuestra idea fundamental desde la utilidad y cotidianidad (Wickman et al., 2012) propios del segundo nivel. Desde esta premisa, consideramos pertinente abordar a las enfermedades metabólicas frecuentes en Chile, y su relación con desbalances nutricionales de minerales, tal como lo ocurre con el balance metabólico del hierro (Fe^{+2}) y yodo (I⁻), ambos elementos son necesarios para la producción de biomoléculas de importancia fisiológica, formando parte de ellos como grupos funcionales, o compuestos organometálicos.

Uno de los elementos que forma parte de los grupos organometálicos, es el del hierro (Fe^{+2}), que es necesario para la elaboración de la hemoglobina, molécula encargada del transporte de oxígeno en los animales superiores (Barrett et al., 2016). En la actualidad es muy común que exista la anemia causada por el consumo de dietas deficientes en Fe, aunque las necesidades diarias de Fe^{+2} son de 20 mg/día, muchas de las dietas consumidas, incluso en los países más desarrollados, no contienen suficiente cantidad de Fe o lo contienen en forma tal que no es utilizable por el organismo (Barrett et al., 2016). El yodo

(I-) es otro elemento indispensable en la dieta humana, donde su baja ingesta en la dieta es un factor importante en el desarrollo del bocio endémico y el cretinismo, ya que forma parte de las hormonas tiroideas como grupo halógeno (Barrett *et al.*, 2016). Las necesidades nutricionales de I⁻ son bajas (150 µg/ día) para el adulto, sin embargo, las hormonas tiroideas producidas (T3 y T4) tienen un importante rol en el metabolismo calórico de nuestras células (WHO *et al.*, 2001).

En búsqueda de propuestas que permitan desarrollar la discusión de tópicos socio científicos, para desarrollar la capacidad de análisis, empoderamiento y emancipación en la toma de decisiones de nuestro estudiantado (Zeidler y Nichols, 2009), proponemos articular nuestra idea fundamental desde la perspectiva histórica de consumo (déficit y exceso) de yodo en la población chilena y sus posibles efectos a sobre el metabolismo tiroideo. Nuestra elección se basa, además que es un tema frecuente hablar del consumo de sal en Chile, en la alta tasa de incidencia de enfermedades tiroideas a nivel país, y la escasa relevancia que el currículum otorga al hacer énfasis en otros fenómenos endocrinos.

Como asignaturas de ciencias naturales, se deben considerar aspectos propios en la formación de conocimiento científico, proporcionando una visión holística de su construcción (Cofré, 2012), y considerando la existencia de un eje contextual que influye en su desarrollo conocido como Naturaleza de la Ciencia (en inglés NoS). La sociedad chilena de hace 70 años presentaba niveles deficitarios de yodo a nivel plasmático, los cuales influyeron en altos índices de bocio tiroideo y cretinismo en escolares de la época (Muzo, 2011). Un decreto promulgado en 1979 permitió la yodación de la sal de forma obligatoria a 100 ppm, considerado óptimo y que tuvo efectos positivos a largo plazo (López y Muzo, 2006). Con la llegada de la comida procesada, los índices de yoduria (niveles de I⁻ en orina) iban en progresivo aumento desde la época de los 90, lo que llevó a reducir la yodación de la sal de mesa nuevamente, sin embargo, las dietas ricas en productos alimenticios procesados inducen a niveles de I⁻ superiores a la media en quienes los consumen, asociados a patologías como hipertiroidismo y cáncer de tiroides (Mosso *et al.*, 2018). Junto con ello, la problemática, se aborda por medios de comunicación, de los cuales se mostrará un breve reportaje a modo de introducción.

¿Cómo y qué explican los estudiantes sobre grupos funcionales y organometálicos que influyen en el rol de biomoléculas?

Dentro de los artículos revisados para la noción, existen diversos aspectos que refuerzan la necesidad de abordar esta temática de forma interdisciplinaria, así como elementos propios de las concepciones alternativas del estudiantado en diferentes niveles educativos, esta perspectiva más amplia permite justificar posibles limitaciones futuras vinculadas con la noción, así como enfatizar en elementos propios de la educación secundaria, en el ánimo de cubrir de forma satisfactoria el o los cambios conceptuales relacionados.

Duis (2011) presenta un estudio descriptivo respecto de los aspectos fundamentales del currículum y aquellas concepciones alternativas que suelen ser identificados en el currículum en química. Los resultados revelan que, dentro de los tópicos de química orgánica, uno de los más relevantes para el profesorado es la *correlación entre estructura y propiedades químicas*, además de *grupos funcionales*. De forma complementaria, uno de los tópicos más difíciles para enseñar, a partir de las percepciones del profesorado, concierne a las *reacciones de síntesis*. Desde el diseño de SEA, la propuesta busca entonces incorporar nociones vinculadas al rol de estos grupos químicos, sus rutas metabólicas y consecuencias fisicoquímicas en organismos vivos.

En un ánimo por fomentar el aprendizaje de grupos funcionales, el juego Chemist Dice pretende ofrecer una vía alternativa, basada en la gamificación, que podría asistir el proceso educativo (Şenol, 2021). A nivel curricular, el autor manifiesta que su diseño de juego es una alternativa al diseño lineal de las secuencias de clases, que usualmente inicial con la linealidad de alcanos, a los que se van agregando sustituyentes y/o grupos funcionales de forma progresiva y memorística. Plantea también que conocer los grupos funcionales permite clasificar compuestos químicos, de lo que el no logro de este aspecto puede complejizar el proceso de enseñanza aprendizaje y otros tópicos relacionados a futuro. En la integración de la química orgánica y fenómenos biológicos, comprender aspectos fisiológicos subyacentes a fenómenos hormonales y sus aspectos bioquímicos, como los que pueden analizarse en alteraciones de mecanismos de retroalimentación, ameritan novedosos métodos que nos permitan optimizar formas de enseñanza más interactiva en comparación con mecanismos tradicionales, traducidos en memorización y baja capacidad analítica (Zubadaiah et al., 2020).

Al de analizar las concepciones alternativas estudiantiles respecto a las rutas metabólicas y sus vías de regulación, se han encontrado

respuestas incompletas o levemente correctas respecto al dinamismo con que se llevan procesos regulados por disfunciones enzimáticas, regulación por producto o el rol de metabolitos intermediarios. No obstante, faltan investigaciones sustanciosas respecto a las complejidades en el proceso de EA, en rutas metabólicas y su regulación (Villafañe *et al.*, 2021).

Desde nuestras experiencias como docentes, se perciben clásicas concepciones alternativas frente a contenidos relacionados con la noción principal. En primera instancia, cuando hablamos de química orgánica, inmediatamente en la mente del estudiantado surge la idea de que la química orgánica se reduce a frutas, verduras, tierra, etc. Producto de que se ha vuelto muy común hablar de “alimentos orgánicos” y libres de pesticidas. Debido a esto les es difícil concebir que la química orgánica trasciende a muchos ejemplos cotidianos y de uso común, pero mayor aún, que la base estructural del propio cuerpo humano se relaciona a tópicos de química orgánica. Un ejemplo de ello es que, al momento de revisar la célula y sus organelos, los estudiantes imaginan dichas estructuras de una forma reduccionista, sin considerarlas como un conjunto de macromoléculas orgánicas. Este hecho podría atribuirse, entre otros factores, a las representaciones de estas estructuras en libros de texto, diseñadas de forma simple y sesgada por el ilustrador (Rodríguez, 2003), donde también se retratan formas llamativas, definidas y físicamente básicas de las biomoléculas y sus derivados, como el uso de círculos y estrellas, las que pueden ser una causa que interfiere la apropiación de modelos geométricos moleculares complejos.

Finalmente nos encontramos que esto sucede no solo con los organelos celulares, sino con un gran conjunto de estructuras macromoleculares que transitan metabólicamente en los seres vivos, y debido a esto no logran comprender la importancia de ciertos grupos funcionales y organometálicos que están presentes en biomoléculas, como por ejemplo, el rasgo ácido que posee el ADN, los grupos fosfato en la constitución monocatenaria del material genético, y en el caso de las hormonas tiroideas, la influencia de los grupos radicales en la biosíntesis de las mismas, así como las consecuencias en el desbalance nutricional de este halógeno.

Descripción de la Innovación

El foco de esta secuencia didáctica de enseñanza y aprendizaje se sustenta en las ciencias naturales con un enfoque de carácter integrador como una aproximación hacia la interdisciplinariedad, de tal forma, que el

estudiantado vincule su realidad escolar, comunitaria y el mundo que lo rodea (Cartagena et al., 2017). La educación STEM, invita a los estudiantes a solucionar problemas del mundo real, y aprovechando la distancia curricular entre las disciplinas de la biología y la química, ofrecer un vínculo por medio de problemas socio científicos, lo que es la esencia de esta SEA al vincular aspectos sociales como las políticas de yodación, y las bases químico/ fisiológicas que sustentan mecanismos hormonales. En la Tabla 2, se presenta la ruta de progresión para el desarrollo de la presente unidad didáctica.

Tabla 2. Ruta de progresión de la unidad didáctica.

Nivel	Tipo de actividad	Finalidad	Título de la actividad
1	Individual y grupal	Se espera que las y los estudiantes reconozcan e identifiquen nutrientes, sus fuentes y su presencia en el metabolismo humano.	Una enfermedad que se soluciona ¿en nuestras mesas?
2	Grupal	Se espera que las y los estudiantes caractericen la estructura y efectos de las hormonas como las tiroideas.	De la sal, a las hormonas.
3	Grupal	Se espera que las y los estudiantes: Evalúen modelos estáticos y dinámicos de hormonas u otras biomoléculas. Reconozcan la posición de grupos funcionales de interés.	El enigma de las esferas hormonales.
4	Grupal	Se espera que las y los estudiantes diseñen y comuniquen una ruta metabólica.	La ruta de las biomoléculas.
Gran idea: La presencia de grupos funcionales y organometálicos influyen en el rol de biomoléculas.			

Actividad 1: Una enfermedad que se soluciona ¿en nuestras mesas? (Ver Anexo 1)

En este momento, se propicia un espacio ameno de diálogo entre docente y su estudiantado. Desde este momento, quien guía la actividad introduce la conversación por medio de preguntas activadoras relacionadas al yodo, sus características y principales fuentes, como por ejemplo ¿Qué es el Yodo? ¿Dónde se encuentra el yodo?, ¿Qué alimentos son ricos en este halógeno?, ¿Cómo ayuda el yodo a nuestro organismo?, dicha discusión debe orientar el objetivo de la clase, dentro de un periodo de 10 minutos.

En un instante después de esta discusión, se introduce, la revisión de un reportaje llamado "Alertan sobre el consumo de Yodo" (<https://www.youtube.com/watch?v=w6o3G5KgaU>). La discusión debe invitar a los y las estudiantes (en grupos de 3 integrantes) a identificar elementos clave de la entrevista, tales como cuñas realizadas por los entrevistados o hechos históricos a la base de los objetivos de la clase.

En un plenario, de no más de 20 minutos, donde en 5 minutos podemos plasmar las ideas de nuestros estudiantes por medio de la aplicación mentimeter (<http://www.menti.com>) donde pueden generar una nube de ideas asociadas, y luego de ello disponer del resto del tiempo en discutir respecto de las ideas, compartir experiencias y levantar concepciones alternativas.

Luego, el docente presenta un extracto del artículo "Tendencia de la nutrición de yodo durante las últimas décadas en escolares chilenos y sus consecuencias" (Muzo, 2011) por medio de un relato en diapositivas (PPT anexo 1), que habla sobre las políticas de salud en enfermedades tiroideas y su relación con el consumo de sal yodada en la población chilena desde los años 50 en adelante, con el fin de contextualizar hitos sociales vinculados a la presencia de yodo en la sal de mesa.

A partir de la vinculación con ideas previas, quien guía la actividad realiza preguntas que permitan levantar concepciones alternativas entre el yodo y su rol endocrino, tales como ¿Cómo representarías a las hormonas tiroideas cumpliendo su función en nuestro cuerpo?, ¿Cómo te imaginas que participa el yodo en las hormonas tiroideas? Para esta actividad los y las estudiantes, dispuestos en grupos de 3 integrantes, discuten y modelan en plastilina una visión colectiva o individual de sus respuestas, la cual será puesta en un plenario para discutir puntos de vista.

Se espera en este momento, que la participación desde el análisis de la problemática planteada (situación real) promueva, además de la identificación del problema objeto del aprendizaje, el levantamiento de

concepciones alternativas, esto último les permitirá ver las concepciones expresadas por sus pares, además de hablar de las suyas propias y contrastarlas (Sanmartí, 2002).

Bajo el propósito de modelización mental materializado en sus figuras, es muy importante considerar aquellas experiencias relacionadas con la temática, como lo que podría ocurrir con las enfermedades tiroideas, ya que permite situarnos en un contexto propicio para transformar sus concepciones desde la cotidianidad.

Con objeto de concientizar al estudiantado respecto del tema, se generan espacios de diálogo y exploración transversales entre las asignaturas para reflexionar sobre la importancia del rol que tenemos como ciudadanos al informar respecto de este tema. Una forma de realizar este primer evento puede ser la creación de espacios de valorización de decisiones, lo que conlleva analizar hechos vinculados al tema, como otras desregulaciones por falta o exceso de nutrientes, argumentar posturas y considerar los alcances de cada una.

Actividad 2: De la sal, a las hormonas (Ver Anexo 2)

Quien guía la actividad, a partir de lo discutido en la clase anterior, prosigue la transición de diapositivas, en las cuales se invita a generar una nueva discusión por medio de una actividad consistente, en primera instancia, con imágenes representadas de forma estática de algunas biomoléculas, y de sus modelos de plastilina realizados en la sesión 1.

A partir de lo discutido anteriormente, prosigue la transición de diapositivas, en las cuales se invita a generar una nueva discusión por medio de una actividad consistente, en primera instancia, con imágenes representadas de forma estática de algunas biomoléculas. Luego se muestran modelos de hormonas en formato Ball and Sticks (B&S), donde a partir de la interfaz MOLVIEW (<https://molview.org>) se hace muestra en forma simultánea de las mismas moléculas, pero también con sus fórmulas químicas estructurales, e invitándoles a relacionar ambos modelos e identificar los grupos funcionales presentes en cada uno.

Las preguntas que orientan este espacio son ¿Han visto estos modelos antes?, ¿Dónde podemos encontrar estas biomoléculas en el organismo?, ¿Cómo se relacionan estos modelos con el que diseñaste?, ¿Qué similitudes existen entre los modelos B&S y estructural?, ¿Qué grupos químicos puedes identificar en cada modelo?

Nota: Si la actividad ocurre en un laboratorio de computación, todos y todas lo hacen, de lo contrario, será demostrado por quien guía la actividad. Las moléculas a trabajar serán, T3, testosterona, GH, oxitocina.

Durante este momento orientado a sistematizar nuevos aprendizajes, esperamos que el estudiantado juzgue la pertinencia de sus concepciones alternativas al contrastarlas con los modelos B&S y estructurales, de tal forma que determine acciones que modifiquen dicho modelo mental desde la perspectiva de la integración de grupos funcionales en biomoléculas (Sanmartí, 2002). Además se introducen nuevos elementos, como variables o puntos de vista, los que facilitan la modelización y aumentan la abstracción.

Quien guía la actividad, relaciona la estructura de la tirosina así como su rol en el balance energético humano, desde la problemática socio científica inicial. Desde esta perspectiva, estudiamos su composición estructural dejando la siguiente pregunta ¿Cómo crees que un grupo funcional como el yodo se integró la T3 y T4?

Actividad 3: El enigma de las esferas hormonales (Ver Anexo 3)

Desde la pregunta de cierre en la sesión anterior, se propone realizar una actividad basada en armar rutas metabólicas por medio de una guía (ver Anexo 2) y que identifiquen la secuencia de una ruta metabólica hormonal indicando los grupos funcionales u organometálicos presentes, así como los efectos que estos elementos proveen a la maquinaria celular en niveles normales, altos y bajos. Cada ruta implicada será abordada por más de un grupo, de forma tal que exista una discusión entre los resultados de cada representante, llegando a conclusiones comunes por medio de un plenario.

Considerando las opiniones vertidas en la actividad y de la pregunta que finaliza el momento 2 se concluye, por medio de diapositivas, el rol de diversos grupos funcionales en la constitución de biomoléculas y por tanto, en la fisiología humana. Nuevamente traemos a colación la importancia de la nutrición como aporte de elementos que permiten la biosíntesis de moléculas para nuestra fisiología.

El estudiantado va reflexionando y tomando conciencia y revisando su proceso de modelización, interiorizando los nuevos aprendizajes, “reconociendo su modelo propio y comunicándolo” a sus pares, por medio de las actividades propuestas (Sanmartí, 2002, p. 191).

Para finalizar, se realizan preguntas basadas en los criterios de trabajo, y la relación de esta actividad con la idea fundamental, las cuales son ¿Qué elementos consideraste para lograr “armar” las rutas metabólicas propuestas?, ¿Bajo qué parámetros se orientaron?, ¿Consideran que los criterios para el armado de estas rutas, fueron los correctos? y En virtud del trabajo realizado ¿Cuál crees tú que es la relevancia de la estructura química de los grupos funcionales u organometálicos, en el rol de biomoléculas?

Dicha finalización incluye la entrega de una guía a realizar en grupos, con actividades de aplicación para la próxima jornada.

Actividad 4: La ruta de las biomoléculas (Ver Anexo 4)

En este momento, se reúnen en grupos para discutir una guía (ver Anexo 3) que permite aplicar lo aprendido en contextos diferentes a la problemática del yodo, y en otras biomoléculas distintas a las hormonas, todo esto para introducir nuevos puntos de vista. Para el logro de este apartado, se entrega a cada grupo una situación problemática diferente.

La guía consta de preguntas orientadoras para la discusión e introducción de nuevas perspectivas, una de ellas a modo de ejemplo, es comprender la importancia del consumo de carnes y cereales así como su relación el hierro, y la anemia ferropénica. Para finalizar, se da un espacio para que los grupos con casos en común presenten y discutan sus respuestas, y luego, a modo de plenario, se discute cada caso entre todos los grupos, ampliando la discusión.

Las actividades promueven en los estudiantes la transferencia de los aprendizajes adquiridos a nuevas situaciones y experiencias concretas, por medio de ejemplos que aún no perciben su relación (Sanmartí, 2002). “Para ellos, cada nueva situación constituye un aprendizaje” (p. 193), lo que al interiorizarse favorecerá su seguridad en el uso de su modelo mental en nuevas situaciones.

Finalmente, se realiza una breve lluvia de ideas respecto a los nuevos conceptos, ideas o concepciones adquiridas en comparación a aquellas inicialmente evocadas en el momento

Al finalizar la clase, se entregan códigos QR en el PPT con páginas complementarias respecto a biomoléculas y grupos funcionales, así como un repostaje más profundo respecto del consumo de yodo en Chile.

Reflexiones Finales

Como asignaturas de ciencias naturales, en nuestra propuesta se consideran aspectos propios en la formación de conocimiento científico, proporcionando una visión holística de su construcción, y considerando la existencia de un eje contextual que influye en su desarrollo (Cofré, 2012). A continuación, pasamos a mencionar algunas características del conocimiento científico y su relación con las actividades propuestas.

Se considera el contexto histórico utilizado en el nivel 3 de Alfabetización Científica crítica, que recae en la temática del consumo de sal, y su relación con los índices de yoduria en el paso del tiempo, revisten aspectos propios de NoS en que el *conocimiento científico es tentativo y cambiante* cuando hay nuevos estudios. Lo anterior se sustenta el modo que discutiremos en el momento 1 respecto de los cambios en las políticas sanitarias en la yodación, y que han surgido de nuevos datos respecto a los índices de yoduria en la población chilena en el transcurso de los años, vislumbrando que el *conocimiento científico se genera a partir de datos, y las inferencias de estos*. Desde esta misma actividad, hacemos referencia a que *el conocimiento científico se basa en observaciones del mundo* al momento de sustentar metodológicamente las medidas de yodación de la sal, al momento de estudiar los índices de yoduria, los cuales fueron determinantes en la decisión.

La forma en que problematizamos con el estudiantado la posible relación entre los índices de yoduria y enfermedades tiroideas, desde la perspectiva de quienes realizaron las mediciones en los años 50, permite reconocer que *el conocimiento se organiza en hipótesis, teorías, inferencias, etc.* al invitarles a hacer relaciones entre los datos observados en la población y sus posibles consecuencias. De igual forma, la invitación a *modelizar* sus concepciones alternativas en virtud de la relación que tienen entre el yodo y las hormonas tiroideas, les permite entender que los *modelos* en ciencia cambian, producto de los nuevos descubrimientos que surgen en el tiempo, incluidos los modelos mentales estudiantiles (Oliva, 2019).

Para finalizar, esperamos que surja una discusión espontánea generada a partir de la importancia de la sana nutrición, tanto del consumo de sal u otros alimentos. También destacar que la industria ha aprovechado el avance científico en la alimentación para abaratar costos. Sin embargo, si hablamos de los índices de sal yodada en la comida procesada, sus componentes sintéticos, y su repercusión en nuestro metabolismo, podemos invitar al estudiantado a cuestionarse las implicancias que la

tecnología puede aportar o perjudicar en aspectos sanitarios, llevándolos a reconocer que *la ciencia y la tecnología son campos que impactan mutuamente, pero no son iguales*.

Por último, valorar las herramientas utilizadas para esta experiencia, seleccionadas conforme a nuestras realidades educativas, la que resulta valiosa tanto en la construcción de nuevos insumos de enseñanza, así como proveer espacios de comprensión profunda respecto de los procesos cognitivos en su tránsito hacia aspectos microscópicos en la comprensión de fenómenos fisiológicos. Entendiendo que la problemática de los desbalances tiroideos, como otros problemas hormonales, extendemos la invitación a proyectar este tipo de ejercicios hacia contextos educativos latinoamericanos, que incluyan el análisis de textos educativos, guías de trabajo, secuencias didácticas, apuntes o presentaciones utilizadas en secuencias de aprendizaje en diversos niveles educativos y asignaturas y que se ajuste a las realidades de cada comunidad educativa de la región.

Agradecimientos

Fondecyt 1211092 de la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID), Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile.

Programa de Doctorado en Educación, Universidad de Chile.

Referencias Bibliográficas

Barrett, K., Barman, S., Boitano, S. y Reckelhoff, J. (2016). *Fisiología Médica de Ganong*. McGraw-Hill Education.

Cartagena, Y., González, D. y Oviedo, F. (2017). Actividades STEM en la formación inicial de profesores: nuevos enfoques didácticos para los desafíos del siglo XXI. *Diálogos educativos*, (33), 35-46.ç

Cofré H. (2012). La enseñanza de la Naturaleza de la Ciencia en Chile: del currículo a la sala de clases. *Revista Chilena de Educación Científica*, 11(1), 12- 21.

Couso, D. (2011). Las secuencias didácticas en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias: modelos para su diseño y validación. En Caamaño A. (2011), *Didáctica de la Física y la Química* (pp. 57-84). Editorial Graó.

Duis, M. (2011). Organic Chemistry Educators' Perspectives on

- Fundamental Concepts and Misconceptions: An Exploratory Study. *Journal of Chemical Education*, 88 (3), 346-350.
- Mineduc (2016). *Plan de estudio 2° medio, Ciencias Naturales*. Unidad de Currículum y Evaluación.
- Mineduc (2017). *Estudio de las interacciones pedagógicas dentro del aula*. Agencia de la Calidad de la Educación.
- Mineduc (2021). *Estándares para la profesión docente. Marco para la buena enseñanza*. CPEIP.
- Moso, L., Margozzini, P., Galgani, P. y Celhay, P. (2018). Bases para la discusión de una nueva política nacional de yodación como alternativa para disminuir la prevalencia de la enfermedad tiroidea en Chile. En Pontificia Universidad Católica de Chile. (2018). *Propuestas para Chile. Concurso Políticas Públicas*. Ediciones PUC.
- Muzzo B. (2011). Tendencia de la nutrición de yodo durante las últimas décadas en escolares chilenos y sus consecuencias. *Revista chilena de endocrinología y diabetes*, 4(4), 283-289.
- Palmer, D. (1999). Exploring the link between student scientific and nonscientific conceptions. *Science Education*, 83(6), 639-653.
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Síntesis Educación.
- Şenol, S. (2021). ChemistDice: A Game for Organic Functional Groups. *Journal of Chemical Education*, 98 (2), 535-539.
- Sjöström J. y Eilks I. (2018). Reconsidering Different Visions of Scientific Literacy and Science Education Based on the Concept of Bildung. En Dori Y., Mevarech Z. y Baker D.R. *Cognition, Metacognition, and Culture in STEM Education. Innovations in Science Education and Technology*. Springer.
- Villafañe, S. M., Minderhout, V., Heyen, B. J., Lewis, J. E., Manley, A., Murray, T. A., Tienson-Tseng, H. y Loertscher, J. (2021). Design and Implementation of a Tool to Assess Students' Understanding of Metabolic Pathways Dynamics and Regulation. *CBE life sciences education*, 20(3), ar35.
- WHO, UNICEF y ICCIDD. (2001). *Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination. A guide for programme managers*. WHO.
- Wickman, P., Liberg, C. y Östman, L. (2012). Transcending science: Scientific literacy and *Bildung* for the 21st century. En D. Jorde y J.

Dillon. *Science education research and practice in Europe*. Springer.

Zeidler, D. y Nichols, B. (2009). Socioscientific issues: Theory and practice. *Journal of Elementary Science Education*, 21,49-58.

Zubaidah, S., Andariana, A., Mahanal, S. y Suarsini, E. (2020). Identification of biology students' misconceptions in human anatomy and physiology course through three-tier diagnostic test. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 8 (3), 1071-1085.

Forma de citar este artículo

Solís Pinilla, J. y Jara Cáceres, K. (2023). Hormonas y Grupos Funcionales: una secuencia de aprendizaje integradora en aulas chilenas. *Revista Latinoamericana de Educación Científica, Crítica y Emancipadora (LadECiN)*, 2(1), 309-330. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8101692>

Anexos

Anexo 1: Planificación sesión 1.

Exploración	Noción científica para enseñar	La presencia de grupos funcionales y organometálicos influyen en el rol de biomoléculas.
	Objetivo de la actividad	<ul style="list-style-type: none"> Reconoce e identifica nutrientes, sus fuentes y su presencia en el metabolismo humano. Modelar representaciones vinculadas al metabolismo hormonal.
	Actividad propuesta	
	Criterios de logro	Indica al menos un nutriente, una fuente de consumo, y su rol en el metabolismo hormonal.
	Inicio de la clase (15 minutos)	En este momento, se propicia un espacio ameno de diálogo entre docente y su estudiantado. Desde este momento, quien guía la actividad introduce la conversación por medio de preguntas activadoras relacionadas al yodo, sus características y principales fuentes, como por ejemplo ¿Qué es el Yodo? ¿Dónde se encuentra el yodo?, ¿Qué alimentos son ricos en este halógeno?, ¿Cómo ayuda el yodo a nuestro organismo?, dicha discusión debe orientar el objetivo de la clase, dentro de un periodo de 10 minutos.
	Vinculación con ideas previas (20 minutos)	<p>En un instante después de esta discusión, se introduce, la revisión de un reportaje llamado "Alerta sobre el consumo de yodo" de 24 horas (https://www.youtube.com/watch?v=w6o3G5KgacU). La discusión debe invitar a los y las estudiantes (en grupos de 3 integrantes) a identificar elementos clave de la entrevista, tales como cuñas realizadas por los entrevistados o hechos históricos a la base de los objetivos de la clase.</p> <p>En un plenario, de no más de 20 minutos, donde en 5 minutos podemos plasmar las ideas de nuestros estudiantes por medio de la aplicación mentimeter (http://www.menti.com) donde pueden generar una nube de ideas asociadas, y luego de ello disponer del resto del tiempo en discutir respecto de las ideas, compartir experiencias y levantar concepciones alternativas.</p> <p>Luego, el docente presenta un extracto del artículo "Tendencia de la nutrición de yodo durante las últimas décadas en escolares chilenos y sus consecuencias" (Muzo, 2011) por medio de un relato en diapositivas (PPT anexo 1), que habla sobre las políticas de salud en enfermedades tiroideas y su relación con el consumo de sal yodada en la población chilena desde los años 50 en adelante, con el fin de contextualizar hitos sociales vinculados a la presencia de yodo en la sal de mesa.</p>
	Actividad central (35 minutos)	A partir de la vinculación con ideas previas, quien guía la actividad realiza preguntas que permitan levantar concepciones alternativas entre el yodo y su rol endocrino, tales como ¿Cómo representarías a las hormonas tiroideas cumpliendo su función en nuestro cuerpo?, ¿Cómo te imaginas que participa el yodo en las hormonas tiroideas? Para esta actividad los y las estudiantes, dispuestos en grupos de 3 integrantes, discuten y modelan en plastilina una visión colectiva o individual de sus respuestas, la cual será puesta en un plenario para discutir puntos de vista.
Consideraciones durante el desarrollo de la sesión.	<p>Se espera en este momento, que la participación desde el análisis de la problemática planteada (situación real) promueva, además de la identificación del problema objeto del aprendizaje, el levantamiento de concepciones alternativas, esto último les permitirá ver las concepciones expresadas por sus pares, además de hablar de las suyas propias y contrastarlas (Sanmartí, 2002).</p> <p>Bajo el propósito de modelización mental materializado en sus figuras, es muy importante considerar aquellas experiencias relacionadas con la</p>	

		temática, como lo que podría ocurrir con las enfermedades tiroideas, ya que permite situarnos en un contexto propicio para transformar sus concepciones desde la cotidianidad.
	Cierre de la clase (10 minutos)	Con objeto de concientizar al estudiantado respecto del tema, se generan espacios de diálogo y exploración transversales entre las asignaturas para reflexionar sobre la importancia del rol que tenemos como ciudadanos al informar respecto de este tema. Una forma de realizar este primer evento puede ser la creación de espacios de valorización de decisiones, lo que conlleva analizar hechos vinculados al tema, como otras desregulaciones por falta o exceso de nutrientes, argumentar posturas y considerar los alcances de cada una.

Anexo 2: Planificación sesión 2.

Introducción de nuevos puntos de vista.	Noción científica para enseñar	La presencia de grupos funcionales y organometálicos influyen en el rol de biomoléculas.
	Objetivo de la actividad	Caracterizar la estructura y efectos de las hormonas tiroideas.
	Actividad propuesta	
	Criterios de logro	Modela la estructura y función de hormonas como las tiroideas.
	Inicio de la clase (15 minutos)	En este momento, se propicia un espacio ameno de diálogo entre docente y su estudiantado a modo de confraternización.
	Vinculación con ideas previas (20 minutos)	Quien guía la actividad, a partir de lo discutido anteriormente, prosigue la transición de diapositivas, en las cuales se invita a generar una nueva discusión por medio de una actividad consistente, en primera instancia, con imágenes representadas de forma estática de algunas biomoléculas, y de sus modelos de plastilina realizados en la actividad de la sesión 1.
	Actividad central (35 minutos)	Quien guía la actividad, a partir de lo discutido anteriormente, prosigue la transición de diapositivas, en las cuales se invita a generar una nueva discusión por medio de una actividad consistente, en primera instancia, con imágenes representadas de forma estática de algunas biomoléculas. Luego se muestran modelos de hormonas en formato <i>Ball and Sticks (B&S)</i> , donde a partir de la interfaz MOLVIEW (https://molview.org) se hace muestra en forma simultánea de las mismas moléculas, pero también con sus fórmulas químicas estructurales, e invitándoles a relacionar ambos modelos e identificar los grupos funcionales presentes en cada uno. Las preguntas que orientan este espacio son ¿Han visto estos modelos antes?, ¿Dónde podemos encontrar estas biomoléculas en el organismo?, ¿Cómo se relacionan estos modelos con el que diseñaste?, ¿Qué similitudes existen entre los modelos B&S y estructural?, ¿Qué grupos químicos puedes identificar en cada modelo? Nota: Si la actividad ocurre en un laboratorio de computación, todos y todas lo hacen, de lo contrario, será demostrado por quien guía la actividad. Las moléculas a trabajar serán, T3, testosterona, GH, oxitocina.
	Consideraciones durante el desarrollo de la sesión.	Durante este momento orientado a sistematizar nuevos aprendizajes, esperamos que el estudiantado juzgue la pertinencia de sus concepciones alternativas al contrastarlas con los modelos B&S y estructurales, de tal forma que determine acciones que modifiquen dicho modelo mental desde la perspectiva de la integración de grupos funcionales en biomoléculas (Sanmartí,

		2002). Además se introducen nuevos elementos, como variables o puntos de vista, los que facilitan la modelización y aumentan la abstracción.
	Cierre de la clase (10 minutos)	Quien guía la actividad, relaciona la estructura de la tirosina así como su rol en el balance energético humano, desde la problemática socio científica inicial. Desde esta perspectiva, estudiamos su composición estructural dejando la siguiente pregunta ¿Cómo crees que un grupo funcional como el yodo se integró la T3 y T4?

Anexo 3: Planificación sesión 3.

Síntesis.	Noción científica para enseñar	La presencia de grupos funcionales y organometálicos influyen en el rol de biomoléculas.
	Objetivo de la actividad	Evalúan modelos estáticos y dinámicos de hormonas u otras biomoléculas. Reconocen la posición de grupos funcionales de interés.
	Actividad propuesta	
	Criterios de logro	Modela la estructura y función de hormonas tiroideas.
	Inicio de la clase (15 minutos)	En este momento, se propicia un espacio ameno de diálogo entre docente y su estudiantado a modo de confraternización.
	Actividad central (45 minutos)	Desde la pregunta de cierre en la sesión anterior, se propone realizar una actividad basada en armar rutas metabólicas por medio de una guía (adjunto como anexo 2) y que identifiquen la secuencia de una ruta metabólica hormonal indicando los grupos funcionales u organometálicos presentes, así como los efectos que estos elementos proveen a la maquinaria celular en niveles normales, altos y bajos. Cada ruta implicada será abordada por más de un grupo, de forma tal que exista una discusión entre los resultados de cada representante, llegando a conclusiones comunes por medio de un plenario. Considerando las opiniones vertidas en la actividad y de la pregunta que finaliza el momento 2 se concluye, por medio de diapositivas, el rol de diversos grupos funcionales en la constitución de biomoléculas y por tanto, en la fisiología humana. Nuevamente traemos a colación la importancia de la nutrición como aporte de elementos que permiten la biosíntesis de moléculas para nuestra fisiología.
	Consideraciones durante el desarrollo de la sesión.	El estudiantado va reflexionando y tomando conciencia y revisando su proceso de modelización, <i>interiorizando</i> los nuevos aprendizajes, "reconociendo su modelo propio y comunicándolo" a sus pares, por medio de las actividades propuestas (Sanmartí, 2002, p. 191).
	Cierre de la clase (20 minutos)	Para finalizar, se realizan preguntas basadas en los criterios de trabajo, y la relación de esta actividad con la idea fundamental, las cuales son ¿Qué elementos consideraste para lograr "armar" las rutas metabólicas propuestas?, ¿Bajo qué parámetros se orientaron?, ¿Consideran que los criterios para el armado de estas rutas, fueron los correctos? y En virtud del trabajo realizado ¿Cuál crees tú que es la relevancia de la estructura química de los grupos funcionales u organometálicos, en el rol de biomoléculas? Dicha finalización incluye la entrega de una guía a realizar en grupos, con actividades de aplicación para ña próxima jornada.

Anexo 4: Planificación sesión 4.

Generalización.	Noción científica para enseñar	La presencia de grupos funcionales y organometálicos influyen en el rol de biomoléculas.
	Objetivo de la actividad	Diseñan y comunican una ruta metabólica.
	Actividad propuesta	
	Criterios de logro	Construyen de forma satisfactoria una ruta metabólica, identificando el rol de dicha biomolécula, así como posibles desbalances.
	Inicio de la clase (15 minutos)	En este momento, se propicia un espacio ameno de diálogo entre docente y su estudiantado a modo de confraternización.
	Actividad central (45 minutos)	En este momento, se reúnen en grupos para discutir una guía (ver Anexo 3) que permite aplicar lo aprendido en contextos diferentes a la problemática del yodo, y en otras biomoléculas distintas a las hormonas, todo esto para introducir nuevos puntos de vista. Para el logro de este apartado, se entrega a cada grupo una situación problemática diferente. La guía consta de preguntas orientadoras para la discusión e introducción de nuevas perspectivas, una de ellas a modo de ejemplo, es comprender la importancia del consumo de carnes y cereales así como su relación el hierro, y la anemia ferropénica. Para finalizar, se da un espacio para que los grupos con casos en común presenten y discutan sus respuestas, y luego, a modo de plenario, se discute cada caso entre todos los grupos, ampliando la discusión.
	Consideraciones durante el desarrollo de la sesión.	Las actividades promueven en los estudiantes la transferencia de los aprendizajes adquiridos a nuevas situaciones y experiencias concretas, por medio de ejemplos que aún no perciben su relación (Sanmartí, 2002). "Para ellos, cada nueva situación constituye un aprendizaje" (p. 193), lo que al interiorizarse favorecerá su seguridad en el uso de su modelo mental en nuevas situaciones.
	Cierre de la clase (20 minutos)	Finalmente, se realiza una breve lluvia de ideas respecto a los nuevos conceptos, ideas o concepciones adquiridas en comparación a aquellas inicialmente evocadas en el momento 1. Al finalizar la clase, se entregan códigos qr en el PPT con páginas complementarias respecto a biomoléculas y grupos funcionales, así como un repostaje más profundo respecto del consumo de yodo en Chile. Página complementaria qr: http://www.objetos.unam.mx/biologia/moleculasOrganicas/index.html