



Revista Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza. Año 2023; Número Extraordinario.
ISSN 2619-3531.

Enseñanza a través de un enfoque interdisciplinar-histórico:

Narrar la historia de la ciencia para el aprendizaje significativo de la tabla periódica

Ensinar através de uma abordagem interdisciplinar-histórica:

**Contando a história da ciência para uma aprendizagem significativa da tabela
periódica**

Teaching through an interdisciplinary-historical approach:

Narrating the history of science for the meaningful learning of the periodic table.

Consuelo Moya R.¹

Vicente Swett B.²

Mario Quintanilla G.³

Bastián Ibañez L.⁴

Jecsan Zambrano A.⁵

Resumen

El presente documento tiene como finalidad proponer un nuevo método de enseñanza de la tabla periódica, basado en los conceptos de gamificación y teniendo como eje central la historia de ésta, así como la vida de cada uno de los científicos que ayudaron en el descubrimiento de los elementos. Por otro lado, se busca explorar cómo se ha enseñado tradicionalmente la tabla periódica, con el fin de lograr desarrollar nuevas formas de trabajar

¹ Laboratorio GRECIA-UC. Facultad de Educación. Universidad Católica de Chile, cvmoya@uc.cl

² Colegio Divina Pastora de La Florida, vichoswett@gmail.com

³ Laboratorio GRECIA-UC. Facultad de Educación. Universidad Católica de Chile, mquintanilla@uc.cl

⁴ Laboratorio GRECIA-UC. Facultad de Educación. Universidad Católica de Chile, banne423@gmail.com

⁵ Laboratorio GRECIA-UC. Facultad de Educación. Universidad Católica de Chile, jecsan.zambrano2014@umce.cl



este contenido en el aula y contribuir a una mayor alfabetización científica y desarrollo de habilidades relacionadas con este tópico.

Para cumplir con el propósito de esta memoria, analizaremos inicialmente el currículum chileno de Ciencias, específicamente, la unidad 4: “Estudio y organización de la materia”, de octavo básico. Luego propondremos una unidad didáctica interdisciplinaria con un enfoque histórico.

Palabras clave: historia de la química, tabla periódica, aprendizaje significativo, gamificación.

Resumo

O objetivo deste documento é propor um novo método de ensino da tabela periódica, baseado nos conceitos da gamificação e tendo como eixo central sua história, bem como a vida de cada um dos cientistas que ajudaram na descoberta da Unid. Por outro lado, procura explorar como a tabela periódica tem sido tradicionalmente ensinada e estudada. Com o intuito de conseguir o desenvolvimento de novas formas de trabalhar estes conteúdos em sala de aula e com isso contribuir para uma maior literacia científica, bem como para o desenvolvimento de competências científicas relacionadas com esta temática.

Para cumprir o objetivo deste relatório, analisaremos inicialmente o currículo de Ciências chileno, especificamente, a unidade 4: "Estudo e organização da matéria", oitava série. Em seguida, proporemos uma unidade didática interdisciplinar com enfoque histórico.

Palavras-chave: história da química, tabela periódica, aprendizagem significativa, gamificação.



Abstract

The purpose of this document is to propose a new method of teaching the periodic table, based on the concepts of gamification and having as its central axis its history, as well as the life of each one of the scientists who helped in the discovery of the items. On the other hand, it seeks to explore how the periodic table has been traditionally taught and studied. In order to achieve the development of new ways of working on this content in the classroom and thereby contribute to greater scientific literacy, as well as the development of scientific skills related to this topic.

To fulfill the purpose of this report, we will initially analyze the Chilean Science curriculum, specifically, unit 4: "Study and organization of the subject", eighth grade. Then we will propose an interdisciplinary didactic unit with a historical focus.

Keywords: history of chemistry, periodic table, meaningful learning, gamification.

Introducción

Una de las problemáticas del aprendizaje de las ciencias, según Talanquer (2010), es la falta de enfoque en el proceso de gestación del conocimiento científico, sus condiciones, tensiones, validaciones y sociabilización. En el currículum chileno, la tabla periódica se ha enseñado orientada a la memorización de las posiciones de cada elemento, sin permitir cuestionamientos: ¿por qué dicho elemento se encuentra en esa posición?, ¿cómo llegó a este lugar? o ¿quién dijo que existía ese elemento? y tantas otras preguntas que una mente ávida de conocimiento tiende a plantearse y que este sistema tiende a callar.

Las competencias de pensamiento científico (CPC), que se deben desarrollar en la ciencia escolar, tal como lo señalan Chamizo e Izquierdo (2007) en Quintanilla (2014), son aquellas que aportan a la formación de ciudadanos que conviven con su entorno de manera



sustentable, apropiándose de las nuevas tecnologías, utilizándose de manera ponderada y responsable. Pero para esto, el docente debe promover el desarrollo de habilidades cognitivas y lingüísticas para preparar al estudiantado a enfrentarse y superar diversas problemáticas.

En esta propuesta, se busca que los estudiantes trabajen la CPC de narrativa, mediante la construcción de metarrelatos de misterio, considerando los contextos de los científicos que descubrieron y organizaron los diferentes elementos de la tabla periódica. Se decide trabajar con metarrelatos pues, según Aristizábal y Pérez (2010), su uso permite enriquecer tanto la lectura como la escritura, ampliando el conocimiento de los textos originales, cumpliendo con los lineamientos de Mendeléiev, quien, según Scerri (2008) en Agudelo (2015), evitó, con su forma de pensar y concebir la química, una imagen reduccionista de la misma, abriendo la posibilidad de organizar y explicar la tabla periódica considerando las propiedades de los elementos, no atribuyendo todo a la física.

Metodología de la intervención e instrumentos de análisis

A. Metodología

El presente proyecto, discreto e inacabado, se enmarca en un paradigma investigativo de corte cualitativo, con análisis de casos múltiples, definido por Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) como el conjunto de técnicas, métodos y procedimientos reflexivos que se usan para comprender un fenómeno que se lleva a cabo en ambientes naturales, donde los significados son extraídos propiamente de los datos, con planteamientos más abiertos, puntualizados conforme avanza la investigación educativa. Es un proceso inductivo y de secuencia no lineal, que pretende comprender lo característico o intrínseco de los participantes en su contexto escolar específico.



Hemos planteado el proyecto en diferentes fases que permiten comprender en profundidad la influencia que tiene la NOS en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la química de secundaria a partir de la promoción de producciones narrativas en el estudiantado.

- **Fase 1:** identificación de objeto de estudio. Construcción teórica que posibilita identificar algunos marcos de análisis. Esta revisión puede ajustarse en cualquier momento del proyecto
- **Fase 2:** diseño. Se realiza una descripción de la tipología del ejercicio investigativo en el aula; así mismo, se realiza la selección de la muestra y construcción de los instrumentos para el registro de la información.
- **Fase 3:** inmersión en campo. Se constituye en un ejercicio para comprender la situación de investigación educativa; por ende, se tiene un contacto directo con el estudiantado.
- **Fase 4:** registro de la información. Se realiza paralelo a la fase anterior, ya que se registran todos los elementos que permitan comprender los datos. Para este proceso se retoman algunas técnicas de investigación como: observación, bitácora del profesor, KPSI, narrativas de los estudiantes, entre otros.
- **Fase 5:** construcción y análisis de los datos. Se establecen categorías de análisis para identificar las unidades relevantes.

B. Hitos de la investigación

1. Estudio del currículum chileno de química

A. Objetivos Mineduc 2020 y 2023:

En la unidad 4 del currículum 2020 y 2023 de octavo básico, se presenta:



Revista Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza. Año 2023; Número Extraordinario. ISSN 2619-3531.

CNo8 OA 14 ☆

Usar la tabla periódica como un modelo para predecir las propiedades relativas de los elementos químicos basados en los patrones de sus átomos, considerando: El número atómico. La masa atómica. La conductividad eléctrica. La conductividad térmica. El brillo. Los enlaces que se pueden formar.

Unidad 4 - Química: Estudio y organización de la materia

B. Texto escolar Mineduc 2023



Todo en su lugar

1. En parejas, consigan al menos 30 botones de variados tamaños, colores y formas.
2. Observen las características de los botones y, a partir de ellas, organícenlos en tres o más grupos.
3. Respondan estas preguntas:
 - a. ¿Cómo organizaron los botones?
 - b. ¿De qué otra manera creen que podrían haberlo hecho?



Los elementos químicos que forman todo lo que conocemos están ordenados según la regularidad de sus características en la tabla periódica.

En la tabla periódica actual, los elementos con propiedades similares se encuentran en columnas organizados según su número atómico. Cada recuadro de la tabla periódica indica lo siguiente:



Valor correspondiente al número atómico (1).

El símbolo químico está compuesto por una o dos letras (2).

Bajo el nombre del elemento (3) se indica la masa atómica (4).

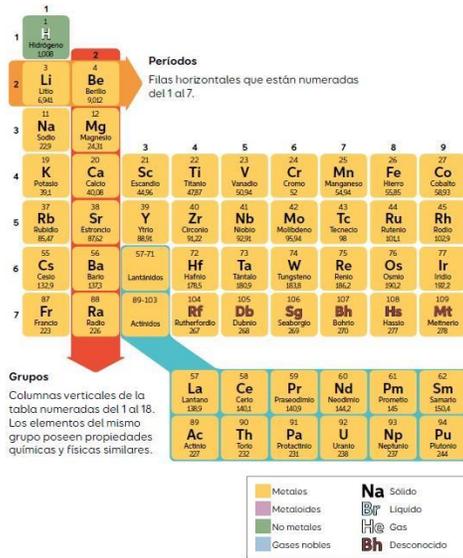
El color del símbolo químico indica el estado físico del elemento a temperatura ambiente, el del recuadro señala si es un metal, un no metal, un metaloide o un gas noble. Estudiarás aquellos términos más adelante.





Leción 8

¿Cómo es la tabla periódica?



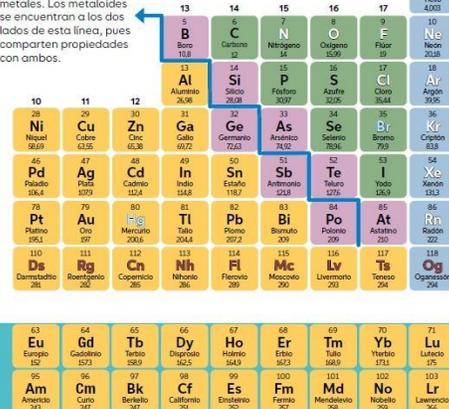
4

Metales y no metales

Muchas tablas periódicas incluyen una línea en zigzag que separa los metales de los no metales. Los metaloides se encuentran a los dos lados de esta línea, pues comparten propiedades con ambos.

Gases nobles

Componen el grupo 18. También son conocidos como gases inertes.



Lantánidos y actínidos

Los lantánidos (elementos 57 - 71) y los actínidos (elementos 89 - 103) son localizados fuera de esta tabla periódica para ahorrar espacio y facilitar la lectura de la tabla.



Leción 8

¿Por qué es útil la tabla periódica?

Las propiedades de los elementos pueden ser predichas según su localización.

Grupos

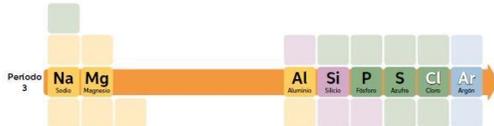
Los elementos de un grupo son químicamente parecidos, pero sus propiedades físicas no siempre son iguales.



Reacción entre yodo y aluminio.

Períodos

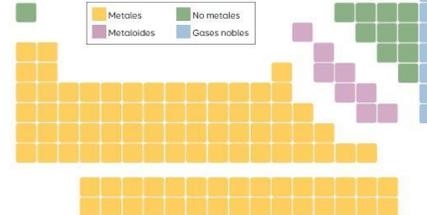
Las propiedades de los elementos van variando predeciblemente dentro de los períodos. Por ejemplo, los elementos de la izquierda son metales. Los de la derecha son, principalmente, no metales.



4

¿Cómo se divide la tabla periódica?

Posee cuatro regiones principales diferenciadas por colores.



La posición de un elemento en la tabla periódica también señala cuán susceptible es a experimentar un cambio químico. Los átomos de los elementos de los grupos 1 y 17 son los que más reaccionan, mientras que los del Grupo 18, salvo algunas excepciones, no reaccionan en condiciones normales.



El sodio (grupo 1) reacciona violentamente con el agua.

Explica por qué la organización de los elementos químicos es tan útil para los científicos.



Revista Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza. Año 2023; Número Extraordinario. ISSN 2619-3531.

Lección 8

¡Agrúpanse!

1. Observa algunos usos que se les da a ciertos elementos: hierro (sarten), yodo (povidona) y argón (gas dentro de la ampolleta).

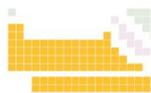


2. Localiza estos elementos en la tabla periódica.
3. Basándote en los usos que se les otorga, explica a qué crees que se debe esta localización.

Al observar la tabla periódica, quizás notaste que la mayoría de los elementos químicos son metales.

Metales

A excepción del mercurio, la mayoría son sólidos a temperatura ambiente. Presentan un brillo particular, son **dúctiles**, **malleables** y buenos conductores de electricidad y calor.

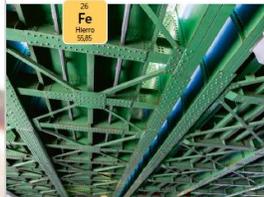


4

Los **metales alcalinos** (grupo 1) son tan reactivos que en la naturaleza se encuentran solo como elementos combinados. Los metales alcalinotérreos (grupo 2) son menos reactivos que los metales alcalinos, pero más que la mayoría de los otros metales.



Los **metales de transición** (grupos del 3 al 12) son sólidos, duros, brillantes, densos y tienen elevados puntos de fusión, a excepción del mercurio. Son muy maleables y buenos conductores de electricidad y calor. Reaccionan menos que los metales de los grupos 1 y 2.



Lección 8

Construir y usar una tabla periódica

Evaluación

1. En grupos de cuatro integrantes, observen esta situación:



2. Construyan su propia tabla. Para ello, hagan lo siguiente:
 - Determinen qué información incluirán, como símbolos, grupos y períodos.
 - Definan los materiales que usarán y dónde la ubicarán.
3. Comuniquen su modelo, efectuando los siguientes pasos:
 - Expliquen cómo varían Z y A a lo largo de la tabla.
 - Predigan algunas propiedades de ciertos elementos.

¿Qué tan importante crees que ha sido la tabla periódica para el desarrollo de la ciencia y la tecnología? Fundamenta.

CONSOLIDO mi aprendizaje

4



Un inquietante elemento

El **arsénico**, elemento altamente tóxico para los seres humanos, se encuentra naturalmente en el suelo y se libera al entrar en contacto con el agua subterránea.

La ingeniera chilena **Margaret Lengerich** creó un eficaz y económico sistema para eliminar el arsénico del agua.

Fuente: Zafra, 2017. (Adaptación)



Creativa y emprendedora

Nombre: Komal Dadlani.
Profesión: Bioquímica.
Proyecto: Una aplicación que transforma cualquier Smartphone en un laboratorio de bolsillo.

Motivación: democratizar la ciencia y promover la creatividad en los nativos digitales.

Fuente: CONICYT, 2015. (Adaptación)

Para aprender ciencia necesitas vivir la práctica de la experimentación científica.



C. Guía didáctica del docente: planificación unidad 4

Lección	OA	Temas	Nº de clases (90 min c/u)
Inicio de unidad (2 h)			1
¿De qué se compone la materia? (16 h)	OA 12. Investigar y analizar cómo ha evolucionado el conocimiento de la constitución de la materia, considerando los aportes y las evidencias de: la teoría atómica de Dalton y los modelos atómicos desarrollados por Thomson, Rutherford y Bohr, entre otros.	Adentrándonos en la materia	4
	OA 13. Desarrollar modelos que expliquen que la materia está constituida por átomos que interactúan, generando diversas partículas y sustancias.	Uniones atómicas	3
	Evaluación de lección		1
¿Cómo se origina la materia? (16 h)	OA 14. Usar la tabla periódica como un modelo para predecir las propiedades relativas de los elementos químicos basados en los patrones de sus átomos, considerando: el número atómico; la masa atómica; la conductividad eléctrica; la conductividad térmica; el brillo y los enlaces que se pueden formar. OA 15. Investigar y argumentar, a partir de evidencias, que existen algunos elementos químicos más frecuentes en la Tierra que son comunes en los seres vivos y son soporte para la vida, como el carbono, el hidrógeno, el oxígeno y el nitrógeno.	Todo en su lugar	2
		¡Agrúpense!	2
		Tendencias en la tabla	1
		Elementos vitales	2
	Evaluación de lección		1
Consolido mi aprendizaje (2 h)			1

2. Elaboración y aplicación del KPSI

Tomando en consideración lo planteado por Young y Tamir (1977), citado en Guerra y Segovia (2020), el presente KPSI corresponde a un instrumento de indicadores mediante escalas para la recopilación de aprendizajes previos, otorgando a los estudiantes una oportunidad de autoevaluación.

El presente instrumento fue aplicado a un universo de 35 jóvenes de entre 13 y 15 años, estudiantes de Iº medio del colegio particular subvencionado José María Caro de San Miguel.



Noción científica: Tabla periódica de los elementos							
Nivel: 1º medio, unidad IV							
Enunciado	Contenido	1	2	3	4	5	Reflexión personal
1	¿Cuál es el origen del concepto de elemento?						
2	¿Cuántas tablas periódicas existieron antes de llegar a la actual?						
3	¿Cuál fue la importancia del congreso Karlsruhe?						
4	¿Cuáles fueron los aportes de Dimitri Mendeléiev al modelo actual de la tabla periódica?						
5	¿Qué otras propuestas han contribuido al modelo actual de la tabla?						

Categoría	Descriptor
1 (PP y PS)	Lo puedo explicar a mis pares
2 (PP y PS)	Lo sé y puedo dar ejemplos apropiados, pero no puedo explicar a mis pares
3 (PP)	Conozco el tema, pero no creo entenderlo
4 (PP)	Nunca he escuchado sobre este tema
5 (PP)	No entiendo lo que se pregunta

Resultados y análisis

I. Análisis currículum Mineduc

El texto y currículum escolar Mineduc 2023, destina cinco clases para abarcar 22 páginas acerca de tabla periódica, que se centran en definir grupos y periodos, así como las propiedades de los metales, metaloides, etc. Sin embargo, solo en la última página (p.189) se hace reflexionar al estudiante sobre la construcción de esta mediante la pregunta “¿Qué tan

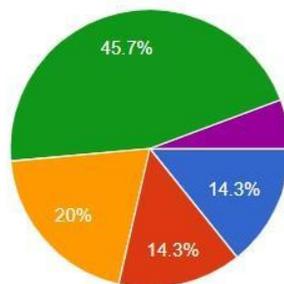


importante crees que ha sido la tabla periódica para el desarrollo de la ciencia y la tecnología?”. Esto, sumado al objetivo de unidad, no evidencia la historia y filosofía de la ciencia, que, según Izquierdo et al. (2016) son necesarias para alcanzar la alfabetización científica en el estudiantado.

II. KPSI

¿Cuál es el origen del concepto de elemento?

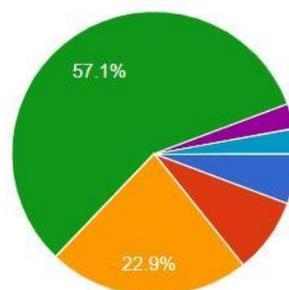
35 respuestas



- Lo puedo explicar a mis pares
- Lo sé y puedo dar ejemplos apropiados, pero no puedo explicar a mis pares
- Conozco el tema, pero no creo entenderlo
- Nunca he escuchado sobre este tema
- No entiendo lo que se pregunta

¿Cuántas tablas periódicas existieron antes de llegar a la actual?

35 respuestas

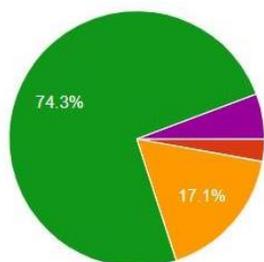


- Lo puedo explicar a mis pares
- Lo sé y puedo dar ejemplos apropiados, pero no puedo explicar a mis pares
- Conozco el tema, pero no creo entenderlo
- Nunca he escuchado sobre este tema
- No entiendo lo que se pregunta
- Conocí el tema en algún momento, pero no lo recuerdo



¿Cuál fue la importancia del congreso Karlsruhe?

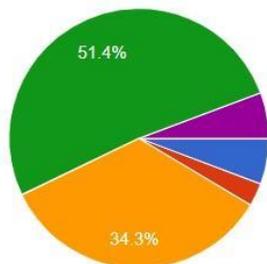
35 respuestas



- Lo puedo explicar a mis pares
- Lo sé y puedo dar ejemplos apropiados, pero no puedo explicar a mis pares
- Conozco el tema, pero no creo entenderlo
- Nunca he escuchado sobre este tema
- No entiendo lo que se pregunta

¿Cuáles fueron los aportes de Dmitri Mendeleiev al modelo actual de la tabla periódica?

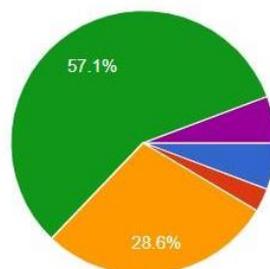
35 respuestas



- Lo puedo explicar a mis pares
- Lo sé y puedo dar ejemplos apropiados, pero no puedo explicar a mis pares
- Conozco el tema, pero no creo entenderlo
- Nunca he escuchado sobre este tema
- No entiendo lo que se pregunta

¿Qué otras propuestas han contribuido al modelo actual de la tabla?

35 respuestas



- Lo puedo explicar a mis pares
- Lo sé y puedo dar ejemplos apropiados, pero no puedo explicar a mis pares
- Conozco el tema, pero no creo entenderlo
- Nunca he escuchado sobre este tema
- No entiendo lo que se pregunta

De esta información, es posible deducir que el manejo de conocimientos acerca de la Tabla Periódica es prácticamente nulo, de hecho, muchos estudiantes afirmaron no haber visto este contenido, a pesar de ya encontrarse en I° medio. Esto nos permite deducir que no existe un aprendizaje significativo del contenido, a pesar de ser parte fundamental de las



ciencias en general, acentuando la necesidad de realizar una reestructuración en el currículum de ciencias.

III. Propuesta de Unidad Didáctica (UD)

Ante esta situación nace nuestra UD, destinada a estudiantes de 8° básico. Esta, se centra en la colaboración interdisciplinaria para la construcción de un videojuego, donde cada equipo deberá desarrollar un antagonista basado en un personaje histórico-científico que haya sido un aporte a la formulación de la tabla periódica. Con esto, se espera que el alumnado sea capaz de comprender al científico como un ser humano, con deseos, virtudes y defectos, así como su forma de ser y ver el mundo.

El producto de esta UD corresponde a un videojuego, tomando la gamificación como estrategia de aprendizaje, que, según Chorchuelo (2018), permite mejorar la motivación en el aula y el compromiso de los estudiantes respecto a su proceso de enseñanza. Esto, sumado al hecho de que son ellos quienes diseñan el juego en la plataforma Scratch, favorece el clima de aprendizaje y desarrolla CPCs como argumentar y explicar, ya que no solo deberá comprender el tema, sino que transmitirlo a sus pares.

Los equipos de trabajo se componen de 3 o 4 estudiantes y se espera que dediquen cinco horas semanales al proyecto en un plazo máximo de dos meses de trabajo. En colaboración con las asignaturas de Historia, Lenguaje, Artes y Tecnología.

La información recolectada por el equipo a lo largo de la investigación cumplirá con tres propósitos:

1. Darle aspecto al antagonista y una estética acorde a la época y sus aportes. Por ejemplo, se espera que el alumno que deba estudiar a Mendeléiev sea capaz de



dibujarlo o graficarlo con su icónica barba, acento ruso y un poder acerca del orden de los elementos.

2. Diseñar la escenografía del juego con base en la exploración e investigación.
3. Construir una narrativa de misterio, con el científico asignado como antagonista, con retos y superpoderes asociados a sus aportes.

Para la estructuración de los aprendizajes será necesario que identifiquen múltiples aspectos. Primero, identificar a qué categoría y subcategorías corresponden las acciones que realizarán. En este caso, la actividad busca que nuestros estudiantes relaten sucesos histórico-científicos, por lo cual la narración será la categoría a la cual pertenece la actividad. Dentro de las subcategorías, se puede identificar el contexto histórico detrás del descubrimiento, por ejemplo, del radio, investigar sus características y propiedades, narrar su descubrimiento, etc. También se buscará que identifiquen los materiales a utilizar, y qué consideraciones deben tomarse en torno al contexto de la actividad. Con ello, los estudiantes lograrán tener una mayor conciencia respecto a lo que están haciendo.

Conclusión

Al analizar el método de enseñanza de la tabla periódica en el currículum chileno, nos encontramos con la ausencia de la historia y filosofía, lo que trajo consigo, alumnos de I° medio, que no cuentan con un aprendizaje significativo respecto al tema. Esto genera la necesidad de instaurar nuevas maneras alternativas de enseñanza, donde esta UD mezcla los principios de la narrativa y la gamificación para el cumplimiento de los objetivos establecidos, pues, tal como señala García (2019), la gamificación presenta una serie de ventajas frente a la educación tradicional, como aumentar la motivación y compromiso del estudiante respecto a su proceso educativo. Esto, sumado al requerimiento de realizar un juego que cuente con una historia, que en los últimos tiempos ha sido identificada como un recurso extremadamente valioso para la educación científica y la enseñanza de las ciencias



(Navarro & Revel, 2013), volviendo a esta propuesta, un recurso valioso para el aprendizaje de la tabla periódica.

Actualmente, la finalidad principal de nuestra UD es implementar una actividad que permita a los estudiantes situarse en un contexto histórico, de modo que logren entender el modelo teórico (propiedades y tabla periódica) como un proceso que tardó años, en lugar de un conocimiento o descubrimiento aislado.

Para potenciar la idea de un aprendizaje significativo centrado en el estudiante, es este quien toma las decisiones y debe regular su aprendizaje. Se utiliza como herramienta, las bases de orientación, lo que les permite construir su aprendizaje a partir de la propuesta inicial del docente, generando una actividad conjunta en la que fijarán el objetivo de su tarea, para posteriormente determinar los conocimientos necesarios para conseguir este objetivo, analizando las condiciones, construyendo y evidenciando el aprendizaje gradualmente (Merino, et al., 2014). Se espera, por consiguiente, que este documento sea el inicio, de una nueva forma de enseñar la tabla periódica en las escuelas.

Esta comunicación sigue las orientaciones teóricas y metodológicas del Proyecto FONDECYT 1231325 y del Proyecto Interdisciplinario UC, que lidera uno de sus autores y que es financiado por la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo del gobierno de Chile.

Referencias

Agudelo, C. (2015) La función de la tabla periódica en la enseñanza de la química. Clasificar o aprender. Universidad autónoma de Barcelona.

Aristizábal, C. & Pérez, R. (2010). Los conceptos de calor y temperatura: un recorrido histórico-social. En M. Quintanilla, C. Merino & S. Daza (Eds.), Unidades didácticas en



Revista Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza. Año 2023; Número Extraordinario. ISSN 2619-3531.

química su contribución a la promoción de competencias de pensamiento científico. Vol. 3. (90-110). Colombia: Litodigital.

Corchuelo, C. (2018). Gamificación en educación superior: experiencia innovadora para motivar estudiantes y dinamizar contenidos en el aula. *EduTec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, (63), 29-41 (380). <https://doi.org/10.21556/edutec.2018.63.927>

García, I. (2019). Escape room como propuesta de gamificación en educación. *Revista Educativa Hekademos*, 27, Año XII, diciembre 2019. [71-79]. ISSN: 1989-3558

Guerra, M. & Segovia, J. (2020). KPSI como herramienta de autoevaluación metacognitiva en el desarrollo de la competencia intercultural en salud en medicina. *J. health med. sci.*,6(4):269-275.

Hernández-Sampieri, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw Hill México.

Izquierdo, M., García, A., Quintanilla, M. y Adúriz, A. (2016). *Historia, filosofía y didáctica de las ciencias: aportes para la formación del profesorado de ciencias*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Merino, C., Arellano, M. Adúriz-Bravo, A. (2014). *La promoción de la regulación y autorregulación en Química a través de la actividad experimental*. Avances en didáctica de la química: Modelos y lenguajes. Chile: Ediciones Universitarias de Valparaíso.

MINEDUC (2023). *Texto del estudiante*. Biblioteca Digital MINEDUC. Recuperado de: <https://catalogotextos.mineduc.cl/catalogo-textos/home/index>



Revista Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza. Año 2023; Número Extraordinario. ISSN 2619-3531.

MINEDUC (2023). Ciencias Naturales 8° Básico: Programa de Estudio Ciencias Naturales. Biblioteca Digital MINEDUC. Recuperado de:
<https://www.curriculumnacional.cl/portal/Educacion-General/Ciencias-naturales/Ciencias-Naturales-8-basico/>

Navarro, F. & Revel-Chion, A. (2013). Escribir para Aprender: Disciplinas y escritura en la escuela secundaria. 10.37514/INT-B.2021.1176.

Quintanilla, M. (2014). Las Competencias de Pensamiento Científico desde las “emociones, sonidos y voces” del aula. Santiago: Editorial Bellaterra Ltda.

Talanquer, V. (2010). Pensamiento intuitivo en química: suposiciones implícitas y reglas heurísticas. Enseñanza de las ciencias, 28(2).