

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIA
Departamento de Física



La Nanotecnología como integración de las Ciencias y Matemática: el mundo de las nanopartículas.

Daniel Augusto Castillo Valdovinos
Liliana Fernanda Jaque Vega
Thiare Simonnet Santana López

Profesores Guía:
Samuel Eliazar Baltazar Rojas
Silvia Tecpan Flores

Tesis para optar al Grado de Licenciado en Educación de Física y Matemática.

Santiago – Chile
2018

A-297198 © Daniel Augusto Castillo Valdovinos, 2018

© Liliana Fernanda Jaque Vega, 2018

© Thiare Simonnet Santana López, 2018

Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial Chile 3.0

**La Nanotecnología como integración de las Ciencias y Matemática: el mundo
de las nanopartículas.**

Propuesta didáctica para segundo medio.

Daniel Augusto Castillo Valdovinos

Liliana Fernanda Jaque Vega

Thiare Simonnet Santana López

Este trabajo de graduación fue elaborado bajo la supervisión del profesor guía Sr. Samuel Baltazar y Sra. Silvia Tecpan, del Departamento de Física y ha sido aprobado por los miembros de la comisión calificadora, Sra. Leonor Huerta y Sr. Simón Oyarzun.

Sr. Samuel Baltazar
Profesor Guía

Sra. Silvia Tecpan
Profesor Guía

Sr. Leonor Huerta
Profesor Corrector

Sr. Simón Oyarzun
Profesor Corrector

Sr. Roberto Bernal

Resumen

Frente a los diversos avances que en estas últimas décadas ha tenido el mundo de la medicina, el industrial y tecnológico, aparece la Nanociencia y la Nanotecnología como principales propulsores para dichos avances, adquiriendo un rol protagónico en el mundo de las investigaciones científicas actuales. Con el fin de promover este tipo de investigaciones, es que resulta necesario propiciar un acercamiento de la población a dichas disciplinas, a través de la educación y la alfabetización científica sobre los conceptos de la Nanociencia y Nanotecnología.

Debido a los ajustes en el Currículum Nacional y a la nueva visión integrada de las ciencias, se realiza una propuesta didáctica interdisciplinar para el nivel de segundo año medio, la que abarca las disciplinas de Matemática, Física, Química y Biología. A través de la secuencia didáctica diseñada, se busca favorecer una unión entre el contenido dado por las Bases curriculares y los conceptos básicos en Nanociencia y Nanotecnología, para posteriormente confeccionar una secuencia didáctica que culmina en la propuesta de un producto donde se integren estos contenidos por parte del estudiantado, utilizando enfoque STEAM, el cual ayuda al desarrollo de un conocimiento interdisciplinar, favoreciendo un aprendizaje contextualizado y significativo.

La secuencia didáctica fue analizada y evaluada por expertos docentes y expertos en Nanociencia y Nanotecnología, para su correcta validación y posterior implementación en el aula, obteniendo un 66,7% de aceptación.

Realizados los ajustes sugeridos, se procedió a implementar las disciplinas de Matemática, Física y Química, obteniendo una buena recepción por parte del estudiantado y un 77,5% de respuestas acertadas.

Es por ello que esta propuesta didáctica se presenta como un apoyo didáctico interdisciplinario que promueve los contenidos en Nanociencia y Nanotecnología, en base a los contenidos presentes en las Bases Curriculares, alfabetizando científicamente al estudiantado.

Palabras claves: Nanociencia, Nanotecnología, Alfabetización Científica, Educación, STEAM, Interdisciplinariedad.

Abstract

From the several scientific advances through the last decades in the world of medicine, industry and technology, Nanoscience and Nanotechnology has emerged as one of the main boosters, taking a major role in the current scientific research areas. In order to develop this type of scientific research, it is necessary to promote a closer approach of the general public to these disciplines, through the scientific education and literacy about the main concepts of Nanoscience and Nanotechnology. Based on the recent adjustments in the national scholar curriculum and the new integrated view of basic sciences, an interdisciplinary didactic proposal focused on second high school year is developed, including disciplines such as mathematics, physics, chemistry and biology. Through a designed didactic sequence, we look for a union between the contents given by the curricula basis and the fundamental concepts in Nanoscience and Nanotechnology, producing a sequence and leading to a proposal. These contents are then integrated, by means of a STEAM scheme, which helps to the development of an interdisciplinary knowledge, favoring a contextualized and significant learning process.

The didactic sequence was analyzed and evaluated by science teachers and Nanoscience and Nanotechnology experts, for its appropriate validation and later implementation in classroom, obtaining a 66,7% of approval. Once the suggested adjustments were included, an implementation of mathematics, physics and chemistry activities in classroom was performed, obtaining a favorable reception by the students and a 77,5% of the correct answers.

Therefore, this didactic proposal is presented as an interdisciplinary support of the basic sciences, promoting the contents in Nanoscience and Nanotechnology, based on the curricula basis, and leading to the scientific literacy of the students.

Keywords: Nanoscience, Nanotechnology, Scientific Literacy, Education, STEAM, Interdisciplinary.

Dedicatoria

Siendo este el fin de una etapa, y a la vez el principio de una nueva, son muchas las personas a las que quiero agradecer haber vivido junto a mi este proceso. Primero quiero agradecer y dedicar este trabajo a mi mamá Patricia y a mi abuela Silvia, quienes nunca dejaron de creer en mí y siempre me apoyaron y estuvieron ahí amándome y preocupadas que nunca me faltase nada, muchas gracias por todo lo que han hecho por mi durante estos ya 25 años, una vida sería poco para terminar de agradecer todo lo que hacen y han hecho por mí.

Gracias a mis queridos Tíos Abel y Tito por haber cumplido un rol de padre durante estos 25 años de vida, sin duda sin ustedes, hoy no sería la persona que soy.

A mis queridas compañeras Liliana y Thiare, muchas gracias por haber querido hacer este proceso conmigo, siendo que nunca habíamos trabajado juntos, durante este tiempo fue un agrado conocerlas mejor, pueden estar seguras de que disfruté cada risa, cada situación de pera y cada momento de este proceso. Sé que serán unas grandes docentes, las cuales aportarán su granito de arena en cada establecimiento en el que estén.

Gracias a mi amada Pabla Belén, por estar ahí para apoyarme, contenerme, distraerme y darme tu amor en los momentos que más lo necesité, me has dado una gran felicidad durante estos ya casi 5 años, y sé que seguirás haciéndolo hasta el infinito y más allá.

Muchas gracias al profesor Samuel Baltazar y a la Profesora Silvia Tecpán por habernos apoyado y haber creído en nosotros durante estos ya casi 10 meses.

Obviamente agradecer a cada uno de los profesores que estuvieron durante estos 5 años, en especial al profesor Bernardo Carrasco, más allá de la enseñanza de números complejos o mecánica clásica, de usted profesor aprendí lo más importante, que es disfrutar y ponerle cariño a cada una de las clases que se realizan.

Finalmente quiero agradecer a todos mis compañeros y compañeras de la generación 2014, por estar ahí acompañándome, estudiando conmigo y por, sobre todo, pasando gratos momentos durante estos años, espero que logren cumplir todas sus metas y que nunca cambien ni pierdan el cariño y motivación por la pedagogía.

Daniel Castillo Valdovinos

Dedicatoria

Una vez soñé, con realizar lo que me apasiona, encontrar en ello lo que llene el hambre del alma y dejar una pequeña huella en el mundo. Hoy, a pasos de finalizar esta etapa donde me reencontré con esta pasión y de realizar con ello una vida profesional, donde espero poder dejar un poco de mí en cada uno de mis estudiantes, de inspirar en ellos que todo sueño se puede hacer realidad, sólo si lo que te mueve a ello proviene del corazón. Quiero agradecer y dedicar este trabajo a mis principales motores en la vida, que son mis padres, a pesar de todas las dificultades siempre han sido mi primera barrera de contención y de lucha, ellos han sido inspiración y orgullo para mí desde diferentes aspectos, su amor incondicional jamás me ha dejado bajar los brazos, sino que a levantarlos más altos y seguir soñando.

También debo agradecer a mi hermana, que gracias a todos sus consejos y su cariño lograron que este proceso haya tenido un gusto diferente, ella que próximamente llamaré también colega, siempre me brindo los mejores consejos, me dio sus materiales de estudios y me dio el abrazo que necesité cuando no todo salía como esperaba. Gracias Coni, por tu generosidad, tu amor y por tu contención, espero llegar algún día a ser la gran profesora que eres hoy.

Quiero agradecer también a mi gran amiga Thiare (mí siempre pequeña), compañera fiel en las buenas y en las malas, una de las más lindas bendiciones de este proceso es haberte encontrado y que hoy seas parte de mi vida, en mi memoria están aún las noches de desvelo de estudios, las risas nerviosas a mitad de la noche, nuestras conversaciones interminables en la micro y nuestra gran presentación de Física del Universo. Gracias amiga por llegar a enseñarme sobre la perseverancia, sobre el compañerismo a full y sobre todo de la fe.

Gracias también a mi compañero y hoy amigo Daniel, fuiste el complemento perfecto y gracias a ti este proceso fue menos tenso, ya que, con tu alegría y algunas mentirillas ingenuas, me sacaste más de una sonrisa, conocí a un hombre noble y con un corazón enorme, gracias por cada momento y las monsters compartidas, sin ti no lo hubiésemos logrado.

A todos aquellos profesores que fueron parte de mi formación docente, porque en ellos conocí grandes maestros de vida, que con gran pasión plasmaron en mí una visión de un mundo mejor, gracias por cada consejo y por su dedicación incansable. Especialmente quiero agradecer a la profesora Silvia Tecpan y al profesor Samuel Baltazar, por brindarnos siempre el apoyo y la orientación necesaria no tan solo con la propuesta, gracias.

Gracias, también, a mis amigos aquellos que conocí en la carrera, generación 2014 y a mis amigos de la vida, por creer siempre en mí y darme una palabra de aliento, un abrazo o simplemente una mirada, sin el apoyo de ustedes esto no hubiera sido igual.

Finalmente quiero agradecer a una persona que fue fundamental en este proceso, por el amor en estos casi cinco años, por tu apoyo y preocupación, por hacerme reír sin vergüenza por las cosas más simples y aguantar mis momentos de frustración, acompañarme en algunos desvelos y saltar conmigo en mis triunfos, por todas las sonrisas, las miradas y los abrazos. Gracias por todo el amor en este proceso.

Liliana Jaque Vega

Dedicatoria

El labrador para participar de los frutos debe trabajar primero.

Con este trabajo finaliza unas de las etapas de mayor aprendizaje y crecimiento de mi vida, proceso en el cual han sido parte varias personas y que mediante este espacio quisiera agradecer. Agradezco en primer lugar a Dios, por darme la oportunidad de finalizar esta etapa, por renovar cada día mis fuerzas y porque tu amor y bondad no tiene fin.

También quiero agradecer a mi familia, a mis padres y hermana que durante mi época universitaria se convirtieron en un pilar fundamental, gracias por su apoyo y amor incondicional, gracias por confiar en mí. Este trabajo se lo dedico especialmente a mis padres Julio Santana y Marina López, porque gracias ellos soy lo que soy, porque ellos son mi motivación diaria, porque por ustedes haría todo lo posible como lo han hecho por nosotras. Gracias por todo.

Gracias mamá por esas tardes y noches de estudio donde me llevaste un té, gracias por celebrar mis triunfos y por entregarme tus abrazos confortables y llenos de amor cuando las cosas no iban bien, gracias por nunca dejar de creer en mí y por motivarme día a día para llegar a lograr esta meta.

Estoy tan agradecida de haber tenido la oportunidad de realizar este trabajo con mis queridos compañeros, Daniel y Liliana. Sin ustedes esto no hubiese sido posible. Gracias por todas esas tardes de trabajo, llenas de risas y de buenos momentos, gracias por su paciencia, por su dedicación y esfuerzo.

Quiero agradecer enormemente a Liliana, por ser mi compañera y amiga durante estos 5 años. Gracias por cada momento, por tu sinceridad y comprensión. Te convertiste en una persona muy especial en mi vida, gracias por todos aquellos momentos de alegría, de dolor y por sobre todo por confiar en mí, *porque es mejor ser dos que uno, porque ambos pueden ayudarse mutuamente a lograr el éxito. Si uno cae, el otro puede darle la mano y ayudarlo.*

Agradecer a Iván Osorio. Gracias por tu eterna paciencia, por tus palabras de aliento, por entenderme y por tu cariño en todo este proceso. Gracias por amarme como tú lo sabes hacer. Espero poder acompañarte en todos tus sueños y proyectos.

Finalmente quiero agradecer a la carrera PLEFM, por la enseñanza y formación otorgada. Agradecer a cada uno de los y las docentes que forman parte de esta carrera, gracias por sus enseñanzas y consejos. También agradecer a los profesores Silvia Tecpan y Samuel Baltazar por ayudarnos en la construcción de esta propuesta enriquecedora que aportará sin duda a la enseñanza de la Nanociencia y Nanotecnología. Gracias por confiar en nosotros y por apoyarnos en cada momento. Agradecer a las amistades que conocí en este periodo, por todos los buenos momentos y agradables conversaciones en los pasos de física. Estoy tan agradecida de formar parte de la generación 2014 y por conocer gente con vocación y amor hacia la pedagogía.

Hoy puedo decir ¡Meta cumplida!. Cierro este recorrido llena de alegría. Pero esto es solo el comienzo de lo que haré por el resto de mi vida. Amor eterno a la enseñanza.

Thiare Santana López

Agradecimientos

Nos sentimos profundamente conmovidos y agradecidos por los años que pertenecemos a la Universidad de Santiago, donde además de conocer grandes personas que nos formaron como profesionales, conocimos en ellos los profesores que en un futuro queremos ser. Personas que con un cariño latente a la pedagogía formaron en nosotros docentes conscientes de las vidas que podamos llegar a tocar, tal como ellos lo hicieron en la nuestra.

Parte de este grupo de docentes, destacamos el compromiso, la dedicación y cariño que nuestros profesores guías Silvia Tecpan y Samuel Baltazar, gracias por confiar en nosotros y darnos la oportunidad de trabajar en este maravilloso desafío.

Como también agradecemos el apoyo de nuestros profesores correctores Leonor Huerta y Simón Oyarzun, por su paciencia y dedicación, para hacer de este un documento mejor, gracias por cada consejo y opinión brindada.

Finalmente agradecemos a nuestros amigos, que siempre con una sonrisa nos dieron las fuerzas que a veces necesitábamos para poder seguir adelante.

Tabla de Contenidos

| | |
|--|----|
| Introducción | 1 |
| Capítulo 1: Antecedentes..... | 3 |
| 1.1 La importancia de la NyN | 4 |
| 1.2 ¿Por qué enseñar NyN?..... | 7 |
| 1.2.1 Aspectos curriculares..... | 9 |
| 1.3 Desafíos que implica la enseñanza de NyN | 12 |
| 1.4 Planteamiento del problema y justificación | 13 |
| 1.5 Objetivos | 14 |
| Capítulo 2: Marco teórico..... | 15 |
| 2.1 Desarrollo histórico de la Nanociencia y Nanotecnología (NyN)..... | 15 |
| 2.1.1 Divulgación internacional de NyN | 19 |
| 2.1.2 Divulgación de NyN en Chile..... | 20 |
| 2.2 Interdisciplinariedad | 21 |
| 2.2.1 Modelos interdisciplinarios..... | 24 |
| 2.2.2 Desafíos en el trabajo interdisciplinario..... | 28 |
| 2.3 Trabajo Colaborativo | 29 |
| 2.4 Alfabetización científica y enfoque STEAM. | 29 |
| 2.4.1 Definición Alfabetización Científica. | 30 |
| 2.4.2 Definición STEAM..... | 33 |
| 2.5 Estrategias de enseñanza | 35 |
| 2.5.1 Usos de TIC..... | 36 |
| 2.5.2 Uso del Cine y cómic. | 38 |
| 2.6 Estrategias de evaluación | 39 |
| 2.6.1 Lista de cotejo..... | 40 |
| 2.6.2 Rúbrica | 40 |
| 2.6.3 Coevaluación y Autoevaluación | 41 |
| 2.7 Educación en NyN..... | 42 |
| 2.8 Currículum chileno y cómo potenciarlo con NyN | 43 |
| Capítulo 3: Marco Metodológico | 45 |
| 3.1 Estructura de la propuesta didáctica..... | 45 |
| 3.2 Conocimientos previos para la enseñanza de NyN | 48 |
| 3.3 Resultados de aprendizaje para NyN | 48 |

| | |
|--|----|
| 3.4 Actividades de la propuesta didáctica..... | 49 |
| 3.4.1 Matemática | 49 |
| 3.4.2 Física | 50 |
| 3.4.3 Química | 51 |
| 3.4.4 Biología..... | 52 |
| 3.4.5 Proyecto “Una revolución nano industrial” | 52 |
| 3.5 Base teórica de la propuesta | 53 |
| 3.6 Descripción de la propuesta didáctica | 55 |
| 3.7 Validación de la propuesta | 57 |
| 3.7.1 Participantes y muestra..... | 58 |
| 3.7.2 Instrumentos y procedimiento | 59 |
| 3.7.3 Método de análisis | 59 |
| 3.8 Implementación de la secuencia didáctica..... | 60 |
| Capítulo 4: Resultados y conclusiones | 62 |
| 4.1 Reducción de datos..... | 62 |
| 4.1.1 Disposición de los datos | 63 |
| 4.1.2 Resumen de datos..... | 65 |
| 4.2 Obtención de resultados..... | 75 |
| 4.3 Análisis de resultados y ajustes..... | 78 |
| 4.3.1 Análisis de indicadores expertos docentes y expertos en NyN..... | 78 |
| 4.3.2 Análisis de preguntas abiertas expertos docentes y expertos en NyN | 80 |
| 4.3.3 Análisis de comentarios | 81 |
| 4.4 Resultados de la Implementación de la secuencia didáctica | 83 |
| 4.4.1 Implementación Matemática | 83 |
| 4.4.2 Implementación Física | 84 |
| 4.4.3 Implementación Química | 84 |
| 4.5 Resultados obtenidos de la implementación..... | 85 |
| 4.5.1 Resultados Matemática..... | 85 |
| 4.5.2 Resultados Física | 89 |
| 4.5.3 Resultados Química..... | 92 |
| 4.6 Análisis de resultado de la implementación de la secuencia didáctica..... | 95 |
| 4.6.1 Análisis Matemática | 95 |
| 4.6.2 Análisis Física | 96 |

| | |
|---|-----|
| 4.6.3 Análisis Química | 98 |
| Conclusiones | 99 |
| Apéndice 1: Secuencia didáctica | 109 |
| Apéndice 2: Material didáctico para Matemática | 122 |
| Apéndice 3: Material didáctico para Física | 159 |
| Apéndice 4: Material didáctico para Química | 174 |
| Apéndice 5: Material didáctico para Biología | 203 |
| Apéndice 6: Encuesta de validación por juicio de expertos docente | 223 |
| Apéndice 7: Encuesta de validación por juicio de expertos en Nanociencia y Nanotecnología..... | 235 |

Índice de Tablas

| | |
|---|----|
| Capítulo 1: Antecedentes | 3 |
| Tabla 1.1: Plan de estudio Física segundo año medio..... | 10 |
| Tabla 1.2: Plan de estudio Química segundo año medio..... | 10 |
| Tabla 1.3: Plan de estudio Biología segundo año medio | 11 |
| Capítulo 2: Marco Teórico | 15 |
| Tabla 2.1: Definiciones de los términos disciplinariedad, multidisciplinariedad, pluridisciplinariedad e interdisciplinariedad..... | 22 |
| Tabla 2.2: Teorías constructivistas del aprendizaje de J. Piaget, Vygotsky y Ausubel..... | 23 |
| Capítulo 3: Marco Metodológico | 45 |
| Tabla 3.1: Contenidos y tiempo destinado para la propuesta didáctica | 46 |
| Tabla 3.2: Conocimientos previos establecidos en el currículum nacional..... | 48 |
| Tabla 3.3: Objetivos de clase para NyN | 48 |
| Tabla 3.4: Perfil expertos docentes | 58 |
| Tabla 3.5: Perfil expertos en Nanociencia y Nanotecnología..... | 59 |
| Capítulo 4: Resultados y conclusiones | 62 |
| Tabla 4.1: Indicadores de contenidos y objetivos para expertos docentes y expertos en NyN | 63 |
| Tabla 4.2: Indicadores de rigurosidad del material tanto para expertos docentes y experto en NyN | 63 |
| Tabla 4.3: Indicadores de redacción y tiempo tanto para expertos docentes y expertos en NyN..... | 64 |
| Tabla 4.4: Resumen de validación experto docente Matemática | 65 |
| Tabla 4.5: Resumen de validación experto docente Física | 66 |
| Tabla 4.6: Resumen de validación experto docente Química | 66 |
| Tabla 4.7: Resumen de validación experto docente Biología..... | 66 |
| Tabla 4.8: Resumen expertos en NyN clasificación general. | 67 |
| Tabla 4.9: Resumen por actividad de experto en NyN en Física | 68 |

| | |
|---|----|
| Tabla 4.10: Resumen por actividad de experto en NyN en Química..... | 69 |
| Tabla 4.11: Resumen por actividad de experto en NyN en Biología | 69 |
| Tabla 4.12: Resumen de resultados a preguntas expertos docentes..... | 70 |
| Tabla 4.13: Resumen de resultados a preguntas expertos en NyN | 71 |
| Tabla 4.14: Puntos a mejorar y fortalezas según respuestas de expertos | 71 |
| Tabla 4.15: Resumen de resultados con valoraciones “completamente de acuerdo” y/o “de acuerdo” | 75 |
| Tabla 4.16: Resumen de resultado de valoraciones “ni de acuerdo ni en desacuerdo” y/o “en desacuerdo” | 76 |
| Tabla 4.17: Resumen de cambios realizados de la propuesta..... | 81 |

Índice de Ilustraciones

| | |
|---|----|
| Capítulo 2 | 15 |
| Figura 2.1: Línea temporal de hitos en Nanotecnología..... | 18 |
| Figura 2.2: Etapas de interdisciplinariedad de Lenoir | 25 |
| Figura 2.3: Modelo interdisciplinario de Roco | 25 |
| Figura 2.4: Comparación entre aprendizaje basado en problemas y aprendizaje basado en proyectos | 28 |
| Figura 2.5: Taxonomía de Bybee, grados de alfabetización científica | 32 |
| | |
| Capítulo 3 | 45 |
| Figura 3.1: Contenidos y tiempo destinado para la propuesta didáctica | 47 |
| Figura 3.2: Etapas del proyecto interdisciplinar | 53 |
| Figura 3.3: Etapas del diseño de la propuesta e implementación didáctica para NyN | 55 |
| Figura 3.4: Actividades para el análisis de datos cualitativos | 60 |
| | |
| Capítulo 4 | 62 |
| Gráfico 4.1: Respuestas de la pregunta 4 correspondiente a la actividad inicial de la disciplina de matemática | 86 |
| Gráfico 4.2: Respuestas de la pregunta 5 correspondiente a la actividad inicial de la disciplina de Matemática | 87 |
| Gráfico 4.3: Valoración del estudiantado sobre la secuencia didáctica correspondiente a la disciplina de Matemática, Clase N°1..... | 88 |
| Gráfico 4.4: Valoración del estudiantado sobre la secuencia didáctica correspondiente a la disciplina de Matemática, Clase N°2..... | 89 |
| Imagen 4.1: Implementación clase N°2 Matemática | 89 |
| Imagen 4.2: Implementación clase N°2 Matemática | 89 |
| Gráfico 4.5: Respuestas de la pregunta 1 correspondiente a la actividad inicial de la disciplina de Física | 90 |
| Gráfico 4.6: Respuesta a la pregunta de la actividad final de la disciplina de Física | 91 |
| Gráfico 4.7: Valoración del estudiantado sobre la secuencia didáctica correspondiente a la disciplina de Física | 91 |

| | |
|---|----|
| Gráfico 4.8: Valoración del estudiantado sobre su aprendizaje significativo de la implementación de la disciplina de Física | 92 |
| Imagen 4.3: Implementación clase Física..... | 92 |
| Imagen 4.4: Implementación clase Física..... | 92 |
| Gráfico 4.9: Respuestas de la pregunta 1 correspondiente a la actividad inicial de la disciplina de Química | 93 |
| Gráfico 4.10: Respuestas de la pregunta 1 correspondiente a la actividad inicial de la disciplina de Química..... | 93 |
| Gráfico 4.11: Respuestas de la pregunta 1 correspondiente a la actividad inicial de la disciplina de Química..... | 94 |
| Gráfico 4.12: Respuestas de la pregunta 1 correspondiente a la actividad inicial de la disciplina de Química..... | 94 |
| Imagen 4.5: Implementación clase Química | 95 |
| Imagen 4.6: Implementación clase Química | 95 |

Introducción

Hubo una época, donde los conflictos políticos, económicos y culturales, convergieron en una carrera científica, fue la década de 1960, momento en que el ser humano pisó por primera vez la Luna y se realizó con éxito el primer trasplante de corazón, entre otros adelantos de las ciencias todos enmarcados por la guerra fría y la silenciosa carrera espacial. Fue entonces que el 29 de diciembre de 1959, en la Sociedad Americana de Física, Richard Feynman (físico estadounidense) propuso la existencia de una nueva disciplina científica: La Nanotecnología. En su discurso “There’s Plenty of Room at the Bottom” (Hay mucho espacio ahí abajo) (Merkle, s.f.) Richard Feynman resaltó la necesidad de desarrollar un proceso que hiciera posible la manipulación de átomos y moléculas, y la creación con ello de nuevos materiales y estructuras, abriendo así las puertas para las investigaciones en el campo de la nanotecnología.

La formación científica es relevante para la sociedad, y no solamente para aquellos que quisieran seguir una profesión en ese ámbito, pues la Ciencia y Tecnología se encuentran en todos los aspectos, otorgando una excelente base para el desarrollo de la vida. En las próximas décadas cerca de 10 billones de persona poblarán la Tierra (Bhushan, 2016), aumentando la demanda de recursos y presentándose desafíos que tendrán que enfrentar los humanos, como, por ejemplo, la escasez de agua y de alimento.

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, la Nanociencia y Nanotecnología (NyN, de ahora en adelante) se presenta como una disciplina alternativa para las soluciones de los desafíos venideros. Además, como estas disciplinas se encuentran en vías de desarrollo, su inclusión en el currículum se presenta como un gran reto.

De acuerdo a las modificaciones realizadas en el Currículum Nacional y al nuevo enfoque integrado de la Ciencias, se propone una secuencia didáctica en NyN, debido a que estas ofrecen una oportunidad para el desarrollo de los conocimientos, ya que estas son de carácter interdisciplinar y han presentado un gran impacto en diversas áreas de aplicación.

En el capítulo 1 se presenta la problemática y los objetivos acordados a abordar en la secuencia didáctica a diseñar, enlazando las disciplinas de Física, Química y Biología, en un trabajo colaborativo e interdisciplinario con el área de Matemática, reforzando los Objetivos de Aprendizajes (OA), Habilidades de Pensamiento Científico (HPC), Habilidades, Conocimientos y Actitudes, que exigen las Bases Curriculares y los programas de estudio respectivos de cada disciplina para el nivel de Segundo año de Enseñanza Media.

En el capítulo 2 se discutirá sobre las actividades de aprendizaje planteadas en la secuencia didáctica interdisciplinar, esperando a partir de esto que el estudiantado pueda desarrollar una alfabetización científica en Nanociencia. Las actividades se encuentran diseñadas bajo el aprendizaje constructivista, el que contribuye al desarrollo de habilidades interpersonales, solución de problemas y pensamiento crítico. Este modelo de aprendizaje es complementado con educación del enfoque Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemática (STEAM, por sus siglas en inglés) para establecer la conexión entre las disciplinas a abordar.

En el capítulo 3, se realizará el diseño de la secuencia didáctica acorde a los puntos mencionados en el capítulo anterior, como también el diseño de la propuesta didáctica y los materiales didácticos confeccionados a raíz de la propuesta, donde se incluyen actividades que potencien diferentes habilidades en el estudiantado. Se especifica las etapas de la secuencia didáctica, la manera de evaluación de esta en cada una de las disciplinas abordadas, las que convergen en un proyecto final, de la creación del diseño de un producto que incluya nanopartículas y nanomateriales. Posteriormente se presenta el proceso de validación de la propuesta didáctica enmarcada por la validación de diferentes expertos docentes y expertos en el área de NyN.

Finalmente, en el capítulo 4, se realiza la entrega del análisis y resultados de la validación, las mejoras acordadas por los participantes de diferentes áreas y la modificación de la propuesta didáctica, para luego presentar la implementación de la secuencia didáctica en el aula y el análisis pertinente frente al estudiantado de esta. Es de esperar que frente a los resultados obtenidos de la propuesta didáctica se visualice la necesidad de la incorporación de los contenidos asociados a NyN en las bases curriculares.

Capítulo 1: Antecedentes

La NyN son temas complejos de tratar dentro de las salas de clases, dado principalmente por el tamaño en que se maneja el mundo nanométrico, ya que, según Crone (2006, citado en Sánchez y Tagüeña, 2011), existe una baja comprensión del concepto de átomo y molécula, aspecto que convierte en complejo el lenguaje utilizado por los nanotecnólogos. A escala nanométrica los fenómenos conocidos adquieren nuevas características, por lo que se presenta como un desafío tanto en la adquisición del vocabulario científico y tecnológico, como la comprensión misma de los fenómenos que ocurren a esta escala.

Es por esto que, en este capítulo se definirán la importancia de la NyN dentro del contexto mundial actual y futuro. Además, por ser estos campos esencialmente interdisciplinarios, toman mayor relevancia en su implementación en el Currículum Nacional.

En la actualidad, existen diversas teorías de aprendizaje en la cual se puede adaptar el enfoque interdisciplinar en el que se abordan la NyN, ya que un aprendizaje será tanto más significativo mientras más relaciones pueden establecerse entre lo que ya se conoce y lo nuevo a aprender (especialmente si el conocimiento proviene desde la experiencia). Este hecho implica una óptima preparación del estudiantado, ya que favorece en la concepción de algunos contenidos de manera más amplia y bajo diferentes contextos, aunque también se debe tener presente aquellos términos que se utilizan en dos o más disciplinas, pero tienen diferente significado en cada una de ellas, lo que puede generar una confusión conceptual en él o la estudiante (González, García, L., García, E., Travieso y Puldón 2015).

La NyN se relaciona con el estudio del mundo a escala nanométrica, promoviendo el desarrollo de nuevas tecnologías en el área de Biología, Química, Física y también en Ingeniería. Gracias al enfoque interdisciplinar que presenta, es de gran importancia su vinculación en el ámbito educativo, especialmente porque acerca a los y a las estudiantes a un mundo “totalmente nuevo para ellos y ellas”, abriendo nuevas posibilidades de interés y a la vez enriqueciendo la alfabetización científica.

En el marco curricular chileno, se establece la necesidad de actualización, reorientación y enriquecimiento curricular que se deriva de cambios acelerados en el conocimiento y en la sociedad. (MINEDUC, 2009). Sin embargo, en los programas actuales de ciencia y de Matemática no se incorporan ciencias de frontera. A excepción en la disciplina de Química Plan diferenciado en IV medio, en la unidad 1, se aborda la Nanotecnología de los sólidos y sus proyecciones, donde no establecen contenidos mínimos obligatorios (CMO) y aprendizajes esperados (AE) para este contenido. No obstante, estos contenidos son vistos en la formación electiva, sólo para estudiantes de colegios científicos humanistas que escojan esta especialidad.

A continuación, se presentan los fundamentos y consideraciones esenciales para la elaboración de la propuesta didáctica en los contenidos de Matemática, Física, Química y Biología. En la primera sección, se presenta la importancia de la NyN y a la vez las repercusiones en el medio ambiente y en la sociedad. Posteriormente, en la segunda sección de este capítulo se justifica por qué enseñar NyN, donde se realiza una revisión de los aspectos curriculares en ciencias. En el apartado tres, se presentan los desafíos y obstáculos presentes al momento de desarrollar una secuencia didáctica en relación con la enseñanza de NyN. Finalmente, en las siguientes secciones se encuentra el planteamiento y justificación de la problemática y los objetivos del seminario.

1.1 La importancia de la NyN

Desde la visión futurista de Richard Feynman que conmovió al mundo científico del siglo XX, comenzó una revolución para el campo científico e industrial (Bhushan, 2016), el mundo Nanométrico.

La Oficina Nacional de Coordinación de Nanotecnología (ONCN) de Estados Unidos, define la Nanociencia como aquella que “involucra la investigación y el descubrimiento de nuevas características y propiedades de materiales en la nanoescala, cuyo rango va de 1 a 100 nanómetros (nm)”; y la Nanotecnología como “la manera en que los descubrimientos en la nanoescala son puestos a trabajar” (Zayago y Foladori, 2010).

El desarrollo de la Nanotecnología se ha transformado en una de las tecnologías más relevantes para el presente siglo, tecnología que puede otorgar diferentes soluciones a los problemas actuales a través de materiales, que, debido a su pequeña escala, adquieren diferentes propiedades, según Cornejo (2015):

- Propiedades químicas: las nanopartículas presentan una elevada reactividad química, como consecuencia de su elevada superficie específica y del número de átomos. Las nanopartículas metálicas o iónicas manifiestan excepcionales propiedades que pueden tener como catalizadores.
- Propiedades físicas: debido a la escala en que se encuentran las partículas, el punto de fusión de las nanopartículas disminuye, afectando el comportamiento termodinámico del volumen de la nanopartícula.
- Propiedades ópticas: debido a la escala en que se encuentran las partículas y la forma específica de cada una de ellas, produce un cambio de la estructura electrónica, lo que produce un efecto cuántico, variando la percepción de los colores que estas nanopartículas tienen.

- Propiedades mecánicas: las propiedades mecánicas de las nanopartículas y de los materiales nano estructurados cambian con el tamaño; a escala nanométrica se modifica la estructura atómica de los nanocristales, haciéndose más resistentes, incrementando su dureza y resistencia. Además, en algunas nanopartículas es incrementada su capacidad de deformación a tracción (puede situarse en el intervalo entre el 100% – 1000%, antes de la rotura, sin fracturarse), su capacidad de soportar tensiones externas muy elevadas sin que se produzca la dislocación y sin que se manifiesten fisuraciones o fracturas. Otras de las propiedades mecánicas, que pueden experimentar importantes incrementos son: el módulo de elasticidad E (hasta un diámetro $d \geq 5$ nm), tenacidad, deformación, resistencia a flexión, al impacto, a la fatiga y a la corrosión.

Debido a los beneficios que entregan los productos nanotecnológicos, es que son utilizados en aplicaciones comerciales, que implican un beneficio social. Según Tutor (2013), existen razones científicas y tecnológicas; comerciales y empresariales, y razones sociales por las cuales la NyN tienen gran relevancia en la actualidad, tales como:

a) Razones científicas y tecnológicas

La Nanociencia es el estudio de las propiedades físicas y químicas en la escala nanométrica, las que manifiestan un comportamiento diferente a la de escala macrométrica, es por ello que, en la fabricación de estructuras a escala nanométrica, las propiedades fundamentales varían, posibilitando aplicaciones únicas, tales como transportadores de fármacos a lugares específicos del cuerpo en el área de medicina o el desarrollo de materiales no contaminantes en el área medio ambiental.

Las nanoestructuras son aquellas estructuras que tiene alguna de sus dimensiones en escala nanométrica, estas se encuentran una razón superficie/volumen, que, a medida que la partícula es más pequeña, esta razón aumenta, lo cual facilita su uso para construir sistemas que contengan una mayor densidad de elementos (por ejemplo el número de transistores en un chip) en comparación con los objetos micrométricos; la existencia de estas nanoestructuras en objetos comunes como los notebooks o celulares de última generación, son solo la punta del iceberg.

Instituciones como *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) y *National Science Foundation* (NSF), han sido grandes colaboradores en el desarrollo de la NyN (Pedreño, 2006).

b) Razones comerciales y empresariales

La Nanotecnología ha originado un replanteamiento en la economía y en los sectores productivos. Los nuevos procesos de producción empresarial que traerá la Nanociencia y Nanotecnología va a poder originar importantes mejoras en relación con los precios y en la calidad de los productos (Lizcano, 2003).

En la actualidad, en 56 países del mundo, existen más de 8.067 productos y servicios que se comercializan en el mercado de la Nanotecnología, encontrándose productos en las áreas de la agricultura, automotriz, construcción, cosmetología, electrónica, medicina, entre otras (Nanotechnology Product Data Base, s.f.)

En relación a los beneficios económicos que otorga la NyN, se han realizado encuentros como el simposio “*International Symposium on Assessing the Economic Impact of Nanotechnology*” realizado el 27 y 28 de marzo de 2012 en la Asociación Estadounidense para el Avance de la Ciencia en Washington, DC (Shapira y Youtie, 2012). El objetivo del simposio fue explorar sistemáticamente la necesidad y el desarrollo de una metodología para evaluar el impacto económico de la Nanotecnología en economías, teniendo en cuenta muchos sectores y tipos de impactos.

c) Razones sociales

Los avances en NyN implican importantes cambios en la sociedad. Es por esto que se hace necesaria una alfabetización en estos campos para que la sociedad adquiera una cultura acerca de los éxitos de los avances de las ciencias y tecnología. Un ejemplo de este avance se encuentra en el terreno de la medicina y de la farmacología. Se prevé que los desarrollos en estas áreas pueden otorgar una mejor calidad y esperanza de vida en los ciudadanos. Se piensa que la NyN puede ayudar a atenuar los mecanismos del envejecimiento, destrucción de virus, células cancerígenas, entre otras (Lizcano, 2003).

La investigación en NyN posicionan a Chile como una potencia científica y tecnológica, y dada la riqueza de recursos naturales y minerales del país, la NyN podría ser aplicada a una innumerable cantidad de materiales en un sin fin de posibles aplicaciones (Quirola y Márquez, 2017); por lo que la NyN son hoy una ventana abierta a un mundo de nuevas posibilidades de desarrollo social, industrial y económico.

Sin embargo, el desarrollo de nuevas tecnologías se produce y aplican sin pasar previamente por una investigación que exponga las consecuencias a corto y largo plazo, y la Nanotecnología no es la excepción (Quintili, 2012), presentando repercusiones políticas, jurídicas, éticas y en el medio ambiente. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés) (2007) existen dos motivos de preocupación en relación al uso de las Nanotecnologías: el peligro de las nanopartículas,

refiriéndose a las consecuencias químicas y biológicas de las nanopartículas en el cuerpo humano y en el ecosistema; y el riesgo de contaminación, relacionado con los posibles escapes de esta tecnología.

En vista de lo anterior y a pesar de que el desarrollo de las Nanotecnologías otorgue oportunidades para la colaboración científica interdisciplinaria que favorezca los avances en la sociedad y que haya producido un replanteamiento en la economía, es de gran importancia que exista una reflexión acerca de las Nanotecnologías, con la finalidad de examinar y crear principios éticos que orienten al desarrollo de estas tecnologías. Se deben rendir cuentas y transparencia hacia el público en relación con las investigaciones, inversiones y el desarrollo en las áreas de la Nanotecnología, enfocándose especialmente en los riesgos y consecuencias que estas implican.

1.2 ¿Por qué enseñar NyN?

En esta época de grandes cambios tecnológicos e industriales, donde existe una crisis por la sobreexplotación de los recursos naturales, la sobrepoblación y el cambio climático; es el mundo de las ciencias unido a sus aplicaciones las que pueden mitigar y dar solución a los desafíos de vivir en sociedad, es en este marco donde resaltan disciplinas como NyN por su impacto social, económico, político y ambiental. En este ámbito la NyN en las últimas décadas han tenido un avance considerable en múltiples aspectos de la sociedad, desde la industria y tecnologías, en la agricultura y en recursos naturales.

A medida que las investigaciones referentes a estas disciplinas avanzan, su impacto global es aún mayor, como lo es en el área de la medicina en la creación de medicamentos más efectivos para enfermedades terminales como el cáncer; a través del uso de ondas ultrasónicas, láser o magnética en combinación con los tratamientos radioterápicos, para potenciar su efectividad, mediante el aumento local de la temperatura, donde los agentes productores de calor pueden ser nanopartículas de oro u óxido de hierro superparamagnético (Sajja et al., 2009).

Por otra parte, las nanopartículas también han sido aplicadas en productos comerciales, como en la industria deportiva en vestimenta, zapatillas e indumentaria como las raquetas de tenis o en algunas pelotas de golf, la industria cosmética también ha sido influenciada a incluir partículas a nanoescala en bloqueadores solares, cremas anti edad, talco desodorantes, entre otras; además de su impacto en la industria tecnológica siendo utilizadas en múltiples electrodomésticos.

Según la revista Sci-Tech (2005), investigadores de Lucent's Bell Labs están desarrollando teléfonos para la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada para el Ministerio de

Defensa de los Estados Unidos. Los avances tecnológicos desde que los investigadores de Lucent's Bell, pensaron en utilizar la Nanotecnología en celulares, se ha desarrollado desde año 2015 una capa de protección química (elaborada con nanopartículas) que actúa de aislante y protege al celular por fuera y dentro de todo tipo de líquidos (s.a, 2015), como también se ha desarrollado un prototipo para ver hologramas, pantallas irrompibles y baterías que se cargan completamente en dos minutos, pantallas que se doblan.

Por las diversas aplicaciones es que la NyN se presenta como una de las disciplinas más prometedoras en las futuras décadas, es por ello que es fundamental acercar a los ciudadanos en la interacción con esta disciplina, volviéndose desde comienzos del siglo XXI la educación de la NyN un inspirador mundial de convergencia entre múltiples disciplinas (Winkelmann y Bhushan, 2016).

Por otra parte, es conocida la dificultad que se enfrenta en el ámbito educativo en el aprendizaje de las ciencias, donde según la OCDE (2016) los resultados de la última prueba del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA, por sus siglas en inglés) de la OCDE del año 2015, reflejó que cerca del 20% de los estudiantes de los países de la OCDE rinde por debajo del nivel dos, mientras que en Chile, el 42% de los estudiantes de 15 años están ubicados bajo este nivel, considerado el umbral básico de competencias científicas y en el que todos los y las estudiantes deberían alcanzar al concluir su educación obligatoria.

La brecha podría reducirse generando varios cambios con respecto a la forma de enseñar ciencias, motivando al estudiantado a través del uso de diferentes metodologías y habilidades pedagógicas por parte del docente, la que por sobre todo debe incluir el conocimiento previo de las o los estudiantes, es decir su contexto de aprendizaje y contenidos (Busquets, Larrosa y Silva, 2016).

Es por ello que, una de las dificultades más importantes al enfrentar una educación relacionada con la Nanociencia, es contextualizar al estudiantado a través de los avances de la Nanotecnología, los que se encuentran día a día en la vida cotidiana, para fomentar así desde una temprana edad la alfabetización científica referente a la NyN, tanto en conceptos, procesos y fenómenos básicos. Es de suma importancia la integración de nuevas mentes a través de la motivación en la educación de los y las jóvenes para el futuro (Pereira de Souza y Ribeiro, 2015).

1.2.1 Aspectos curriculares

El Currículum Nacional está definido por una serie de leyes y decretos, los cuales han sido sujetos a sucesivas modificaciones, teniendo en la actualidad la vigencia del marco curricular actualizado en el año 2009 y las nuevas Bases Curriculares decretadas en el año 2013.

En el año 1990 la Ley Orgánica Constitucional de la Enseñanza-LOCE-(Ley N°18.926) es aprobada por la Junta Nacional de Gobierno de la República de Chile. El 7 de marzo del mismo año, se promulgó el Marco Curricular, el cual tiene como finalidad establecer los requisitos mínimos que deben cumplir los establecimientos educacionales. De acuerdo a lo establecido por la LOCE en el decreto N°40, se definieron los Objetivos Fundamentales (OF) y los Contenidos Mínimos Obligatorios (CMO).

En el año 2009, se deroga la LOCE por la Ley General de Educación-LGE-(Ley N°20.370), integrando una nueva terminología curricular, donde los OF y los CMO son reemplazados por los Objetivos de Aprendizajes (OA) por asignatura. Estos objetivos de aprendizaje se definen como los objetivos que definen los aprendizajes terminales esperables para una asignatura determinada para cada año escolar (MINEDUC, 2015).

De acuerdo al MINEDUC (2016), los OA están estructurados por tres dimensiones: conocimientos, habilidades y actitudes, los cuales se definen como:

- **Conocimientos:** corresponden a conceptos, redes de conceptos e información sobre hechos, procesos, procedimientos y operaciones. Esta definición considera el conocimiento tanto como información teórica, como comprensión.
- **Habilidades:** son capacidades para realizar tareas y para solucionar problemas con precisión y adaptabilidad. Pueden desarrollarse en los ámbitos intelectual, psicomotriz y/o psicosocial.
- **Actitudes:** son disposiciones aprendidas para responder, en términos de posturas personales, frente a objetos, ideas o personas, y que propician determinados tipos de comportamientos o acciones.

Otro de los principales ajustes, se encuentra el artículo 25, donde se establece la modificación de la estructura curricular de ocho años de educación básica y cuatro años de enseñanza media por una estructura de seis años cada una, cambio implementado a partir del año 2017.

En la actualidad, se han aprobado las Bases Curriculares (BC) de Educación Básica (2012) y las de Educación Media (2013) las que fueron implementadas a partir del año 2016. Sin embargo, los niveles de tercero y cuarto medio se rigen bajo el Marco Curricular ajustado (2009).

Por el objetivo de la presente propuesta didáctica, se expone el plan estudio de segundo medio para cada ciencia, las que han experimentado una disminución en sus horas desde el año 2016, dado por el decreto N° 1264. Se presentan en las siguientes tablas con las respectivas unidades a abordar en cada una, con la cantidad de horas destinadas a dicha unidad, lo que se traduce en una disminución del total de horas destinadas a cada ciencia. A continuación, se presentan las tablas 1.1 (plan de estudio Física), 1.2 (plan de estudio Química) y 1.3 (plan de estudio Biología) que resumen el cambio realizado por el Ministerio de Educación (MINEDUC) para el programa de estudio de segundo medio:

| Plan de estudio Física Segundo año Medio | | | | | |
|---|--|-------------------|--------------------|--|-------------------|
| 2011 | | | 2016 | | |
| Semestre | Unidad | Horas pedagógicas | Semestre | Unidad | Horas pedagógicas |
| I | Fuerza y movimiento: los movimientos y sus leyes. | 40 | I | Movimiento rectilíneo. | 17 |
| II | La materia y sus transformaciones: el calor y la temperatura (II). | 26 | I | Fuerza. | 15 |
| II | Tierra y Universo: visión del Sistema Solar (II). | 10 | II | Energía mecánica y cantidad de movimiento. | 19 |
| | | | | El universo. | 14 |
| Total horas | | 76 | Total horas | | 65 |

Tabla 1.1: Plan de estudio Física Segundo año medio. Elaboración propia.

| Plan de estudio Química Segundo año Medio | | | | | |
|--|--|-------------------|--------------------|--|-------------------|
| 2011 | | | 2016 | | |
| Semestre | Unidad | Horas pedagógicas | Semestre | Unidad | Horas pedagógicas |
| I | Materia y sus transformaciones: propiedades generales de las soluciones. | 23 | I | Soluciones químicas. | 18 |
| I | Materia y sus transformaciones: propiedades coligativas y conductividad eléctrica de las soluciones. | 17 | I | Propiedades coligativas de las soluciones. | 14 |
| II | Materia y sus transformaciones: bases de la química orgánica. | 20 | II | Química orgánica. | 18 |
| II | Materia y sus transformaciones: reactividad de los compuestos orgánicos y estereoquímica. | 20 | II | Química orgánica: estereoquímica e isomería. | 14 |
| Total horas | | 80 | Total horas | | 64 |

Tabla 1.2: Plan de estudio Química Segundo año medio. Elaboración propia.

| Plan de estudio Biología Segundo año Medio | | | | | |
|--|--|-------------------|--------------------|----------------------------|-------------------|
| 2011 | | | 2016 | | |
| Semestre | Unidad | Horas pedagógicas | Semestre | Unidad | Horas pedagógicas |
| I | Genética y reproducción celular. | 35 | I | Coordinación y regulación. | 17 |
| II | Hormonas y reproducción humana. | 25 | I | Sexualidad y reproducción. | 22 |
| II | Dinámica de poblaciones y comunidades. | 20 | II | Genética | 17 |
| | | | II | Manipulación genética. | 9 |
| Total horas | | 80 | Total horas | | 65 |

Tabla 1.3: Plan de estudio Biología segundo año medio. Elaboración propia.

Como se observa en las tablas de planes de estudio para las disciplinas de Ciencia, se ha reducido un total de 42 horas anuales, donde Física ha experimentado una disminución de 11 horas, Química presenta una reducción de 16 horas y Biología presenta una reducción de 15 horas.

En contraste a la disminución de horas para las disciplinas científicas, los nuevos ajustes en el Currículum Nacional enfatizan aspectos relevantes en la formación del estudiantado, tales como la alfabetización científica, el desarrollo de las habilidades, la investigación científica. la comprensión de grandes ideas científicas que engloba conocimientos científicos y fenómenos naturales, una visión integrada de ciencia, tecnología y sociedad, y reflexión sobre la naturaleza de la ciencia (MINEDUC, 2016).

Sin embargo, los cambios experimentados presentan la necesidad de discutir la orientación que está tomando el currículum escolar para la futura sociedad. Un estudiante con una educación deficiente en el campo científico crea una sociedad inarticulada a su realidad, con ciudadanos sin visión crítica de su entorno, poco preparado a los cambios venideros (Bustos, 2017).

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, la NyN se definen como la convergencia de la interacción de diferentes disciplinas aparentemente distintas, lo cual crea una red de conceptos interdisciplinarios que dan un valor agregado al aprendizaje de la NyN, que al ser posiblemente adaptado al currículum educativo chileno potenciará la enseñanza de las ciencias desde el nuevo enfoque que las Bases curriculares las exponen, dado por su rol trascendental en el contexto de futuro del ser humano.

1.3 Desafíos que implica la enseñanza de NyN

La NyN son disciplinas complejas de tratar dentro de las salas de clases, ya que poseen un alto nivel de abstracción del mundo atómico y molecular, además, se caracterizan por ser áreas esencialmente interdisciplinarias.

De acuerdo con Giraldo, Serena y Tutor (2014), la enseñanza de la NyN convoca procesos de comunicación que presentan ciertos obstáculos que se deben tener en cuenta al momento de diseñar propuestas didácticas para implementar.

1. El manejo de una escala increíblemente pequeña.

La NyN se desarrollan en un contexto de pequeñas dimensiones, en el orden de los nanómetros. Sin embargo, los seres humanos entienden ciertos tamaño y distancias cercanos a su contexto de vida: desde milímetros hasta kilómetros, por lo cual la percepción de nanómetro se hace confusa y difícil de entender.

Cuando se quiere observar objetos con tamaños de micrómetros se utilizan instrumentos convencionales, como el microscopio, que permiten acercar a los observadores a lo pequeño. A comparación del mundo nanométrico, este es sólo observable mediante equipos especializados que no son accesibles a la población. Por lo tanto, al enseñar NyN se requiere romper barreras de infra tamaños, donde el docente debe profundizar la relación de tamaños conocidos extrapolando de forma progresiva las relaciones hacia tamaños menos habituales, como lo nanométrico.

2. El carácter interdisciplinar de la NyN.

La NyN son transversales entre diversas disciplinas, ya que todas tienen como base la existencia de átomos y moléculas como elementos fundamentales, por lo que la comunicación de contenidos se vuelve compleja en un entorno interdisciplinar, debido a que se requiere eliminar barreras entre disciplinas. No obstante, la comunicación entre las disciplinas se enfrenta con los métodos educativos habituales en lo que estas se enseñan.

Enseñar NyN es un gran desafío, debido al amplio manejo de vocabulario que se requiere por parte del docente, quien debe profundizar en otras disciplinas y establecer lazos conceptuales entre los contenidos. Por otra parte, poner en práctica esta nueva forma de trabajo resulta dificultoso, pues los contenidos de las disciplinas de ciencias son rígidos y densos, y por otro lado, el tiempo disponible para cada disciplina es escaso.

3. La presencia de conceptos abstractos.

Debido al nivel de abstracción que hay al trabajar con la NyN, la Física, la Química y la Biología son de vital importancia para poder comprender sus propiedades y características. Además, al

trabajar con entidades que no son visibles al ojo humano hacen que el papel de los contenidos abstractos sea más relevante. Estos contenidos deben ser introducidos por el o la docente, en función de la madurez del estudiantado y de las necesidades del momento.

4. La existencia de ideas preconcebidas acerca de la NyN

Existen muchos contenidos relacionados con la NyN al alcance de la sociedad, lo que puede ser un efecto de la ciencia ficción presentada en libros, películas o series; donde se le asocia a la NyN la creencia de que los robots podrán curar todo tipo de enfermedades o incluso serán capaces de destruir el mundo. También se habla que las nanopartículas, permiten cambiar las propiedades de los materiales o que van a suponer una fuente más de contaminación con la que no se podrá combatir.

5. Formación del docente

Por parte del profesor debe existir un manejo amplio de los contenidos y de metodologías que puedan ilustrar lo que ocurre en la escala nanométrica a partir de las experiencias macroscópicas que se puedan realizar en la sala de clases, y que estas le permitan al docente simplificar los conceptos para que el estudiante pueda comprenderlos.

Existen pocas fuentes de información, tales como el documento “Ética y Política de la Nanotecnología” (UNESCO, 2007); “Nanotecnologías y Éticas” (UNESCO, 2008) y “Principios para la supervisión de Nanotecnologías y nanomateriales” (NanoAction, 2007) en las cuales mencionan simultáneamente los beneficios y riesgos de los desarrollos que surjan a partir de la NyN, por lo cual resulta difícil poder discernir entre la realidad proveniente de investigaciones y de la ficción. Estas fuentes de contenidos han generado ideas preconcebidas a favor o en contra de la NyN que pueden ser una limitante al momento de querer llevar estas disciplinas a las salas de clases. La transposición de ideas por parte del docente debe realizarse en un entorno que favorezca el debate planteado, con una gran rigurosidad, los reales avances, los beneficios, los riesgos, la necesidad de control mediante leyes y normas, y la determinación de su impacto medioambientales mediante estudios.

1.4 Planteamiento del problema y justificación

Actualmente se puede apreciar que los y las estudiantes obtienen bajos resultados en relación a las competencias científicas, lo cual se puede ver respaldado por el puntaje obtenido en la prueba PISA de ciencias (447 puntos en el año 2015, lo cual es bajo para los 492 puntos promedio del registro OCDE (OCDE, 2016), siendo esto un gran reto para la educación en ciencias. Por lo cual, la educación en NyN se presenta como una opción para poder alfabetizar científicamente a los estudiantes, debido al enfoque interdisciplinar que esta requiere. Además, a nivel mundial existe una línea de investigación en nano educación donde en los últimos cinco

años se han realizado 159 publicaciones sobre este tema de acuerdo a los registros de Web of Science.

Dentro del contexto curricular chileno y sus múltiples cambios en las Bases Curriculares de Ciencias, se propone a la NyN por su carácter interdisciplinar, como una opción para poder potenciar el currículum chileno. Para abordar estas dificultades, la propuesta didáctica estará basada bajo el enfoque STEAM, usando los aportes de la Física, Química, Biología y Matemática para las NyN, y así entregar una visión integral del tema a tratar y de sus aplicaciones en la vida cotidiana.

Mediante la presente propuesta didáctica se pretende:

- Promover el acercamiento de los y las estudiantes a las Ciencias y Matemática, a través de la valorización de la NyN como una disciplina trascendental en el contexto actual y futuro.
- Promover la interdisciplina como estrategia para un aprendizaje significativo a través de la educación STEAM.
- Desarrollar una alfabetización científica en los y las estudiantes de segundo año medio a partir de las NyN.
- Aplicar contenidos vistos durante el año escolar, relacionándolos con conceptos nuevos que involucren NyN.

1.5 Objetivos

Objetivo general del seminario:

- Diseñar una secuencia didáctica interdisciplinaria que contribuya a desarrollar la alfabetización científica en Nanociencia de los estudiantes de segundo medio.

Objetivos específicos:

- Diseñar actividades de aprendizaje interdisciplinar en NyN, con un enfoque STEAM y de trabajo colaborativo.
- Generar instrumentos de evaluación y orientaciones didácticas al docente sobre NyN.
- Validar la secuencia didáctica a través del juicio de expertos docentes y expertos NyN.
- Implementar las actividades didácticas en situación de contexto.

En el presente capítulo, los contenidos y la enseñanza de la NyN se muestran como un desafío cognitivo, económico y social; debido a que la NyN son disciplinas que no se encuentran presentes como disciplina en los programas de estudios del Currículum Nacional, al estar presente estas otorgarían numerosos beneficios a la sociedad actual y futura, con varias implicancias en términos sociales, económicos, medioambientales, médicos y en toda la industria.

Capítulo 2: Marco teórico

En el presente capítulo, se analizan una serie de teorías y enfoques de enseñanza para la integración de la NyN en la propuesta didáctica. En la primera sección, se presenta el desarrollo histórico de la NyN, y la divulgación tanto internacional como nacional de las NyN. En el siguiente apartado se presentan la interdisciplinariedad y los modelos interdisciplinarios: la revolución de un modelo tradicional a un modelo interdisciplinar y el Aprendizaje Basado en Proyecto (ABP). Para posteriormente presentar el trabajo colaborativo y algunas recomendaciones para que él o la docente pueda guiar a los estudiantes dentro de esta estrategia de trabajo.

Luego se presentan dos alternativas para poder enseñar de forma interdisciplinar: La alfabetización científica y el enfoque STEAM. Además, se presentan diferentes estrategias de enseñanza, donde se da a conocer el proyecto Enlaces desarrollado en el país y la importancia del uso de las TIC, proponiendo los cómics como alternativa de recurso de aprendizaje.

Se presentan también las diferentes estrategias de evaluación, mencionando entre ellas la lista de cotejo, rubrica de evaluación, autoevaluación y coevaluación, como su impacto en el estudiantado.

Finalmente, se da a conocer a los antecedentes de la NyN presentes en la educación, además de presentar a la NyN como una disciplina potenciadora del currículum nacional chileno y la importancia de incluir los OA, habilidades, conocimientos y actitudes en la planificación curricular.

2.1 Desarrollo histórico de la Nanociencia y Nanotecnología (NyN)

El prefijo “nano” se origina del latín “*nanus*”, que significa enano. Al unir este prefijo a ciencia y tecnología, se tiene la posibilidad de estudiar, conocer y fabricar objetos que tienen dimensiones del orden de nanómetros. Un nanómetro (nm) corresponde a una unidad de longitud cuya dimensión es de 10^{-9} metros, el cual equivale a una millonésima de un milímetro.

Según Winkelmann y Bhushan (2016), la Nanotecnología se refiere a cualquier tecnología en una nanoescala que tiene aplicaciones en el mundo real, además la subyacente ciencia se denomina Nanociencia, ya que las propiedades de la materia a escala nanométrica son diferentes en una escala más grande.

La Nanociencia ha estado presente desde tiempos antiguos, aunque se desconoce el momento exacto en que los seres humanos comenzaron a explotar y beneficiarse de las ventajas de la

utilización de materiales de dimensiones nanométricas. Sin embargo, en el siglo IV a.C. los romanos elaboraban cristales que tenían metales nanométricos. Por ejemplo, la copa que simboliza la muerte del Rey Licurgo está construida con cal y vidrio de sosa que contienen nanopartículas de plata.

Alrededor del año 450 a.C. los filósofos griegos se preguntaron de qué estaban hechas las cosas. La primera aparición del concepto de átomo proviene de una escuela filosófica griega (Demócrito, Leucipo), la cual sostenía que el elemento sustancial de cualquier objeto debía permanecer constante. Posteriormente, Dalton introduce la idea de la discontinuidad de la materia; esta es la primera teoría científica que considera que la materia se encuentra dividida en átomos.

A partir de estas primeras ideas y de la teoría de la discontinuidad de la materia, se dio origen al planteamiento de nuevos modelos atómicos, tales como: el modelo atómico de Thomson, el modelo atómico de Rutherford, el modelo atómico de Bohr y el actual modelo de Schrodinger.

Aunque la Nanociencia ha estado presente desde épocas lejanas hasta la actualidad, el origen de esta ciencia se le atribuye al Dr. Richard Feynman. En 1959 en su charla "*There's Plenty of Room at the Bottom*" (Merkle,s.f.), planteaba la posibilidad de crear materiales desde la manipulación átomo a átomo, la cual no violaba ninguna de las leyes de la física.

El término de Nanotecnología fue establecido en el año 1974 por el Profesor Norio Taniguchi de la Universidad de Ciencias de Tokio en una conferencia acerca de la ingeniería de la producción, donde dijo que "La Nanotecnología consiste en el procedimiento de la separación, consolidación y deformación de materiales, átomo por átomo o molécula por molécula" (Taniguchi, 1974).

En 1982, el ingeniero estadounidense Eric Drexler, reflexionaba acerca de los fundamentos físico de la ingeniería molecular, sobre cómo la vida se basa en la Nanotecnología y acerca de cómo entender que los componentes celulares podrían ser el inicio para el desarrollo de máquinas moleculares con capacidad de manipular la materia con precisión atómica.

Eric Drexler, en 1986 publicó el libro "Máquinas de Creación" (*Engines of Creation*). En dicho libro, Drexler bosqueja un mundo cambiado para siempre gracias a la Nanotecnología. Además, describe las bases de cómo la construcción de materiales átomo por átomo permitiría un desarrollo tecnológico que podría vencer enfermedades y la muerte, realizar viajes intergalácticos y tener recursos materiales infinitos.

La Nanotecnología descrita por Drexler, fue inspirada por la conferencia "*There is Plenty of Room at the Bottom*" de Richard Feynman y la observación de que la célula usa máquinas

moleculares nanométricas, que además de ensamblar materia con precisión atómica se auto replica.

Las ideas de Drexler desataron grandes discusiones y polémicas en la comunidad científica. El debate más conocido es el que tuvo con Richard Smalley, ganador del premio Nobel de Química en 1996. En el debate, Drexler no pudo argumentar varias de sus ideas con base en el desarrollo científico actual y sólo mostró una posible visión futura acerca de la Nanotecnología.

A pesar del rechazo de sus visiones, Drexler mantenía firme la idea acerca de la Nanotecnología de precisión atómica, ya que según él, la manipulación átomo por átomo era posible porque el ser humano está hecho de átomos y porque están construidos por máquinas moleculares auto replicantes (Quintili, 2012).

Las ideas de Feynman se hicieron posibles gracias al uso de los microscopios electrónicos perfeccionados que permitieron observar y manipular con precisión la materia a escala nanométrica.

El Microscopio de efecto túnel (STM, por sus siglas en inglés), fue desarrollado en 1981 por Gerd Binnig y Heinrich Rohrer en los laboratorios IBM de Zurich, Suiza. Este microscopio posee una punta metálica que se desplaza cerca de la superficie a caracterizar. Mediante un campo eléctrico se induce una corriente por efecto túnel, donde una partícula tiene una probabilidad finita de estar en un estado prohibido por la mecánica clásica; por lo que la partícula puede atravesar dicho estado mediante una barrera de potencial establecida entre dos regiones clásicamente permitidas. Es así, que este microscopio puede realizar barridos para determinar la forma de la superficie de la muestra con una resolución atómica (Oliva et al., 1993).

En 1985, Binnig y Rohrer construyeron el Microscopio de Fuerza Atómica (AFM); este consiste en una punta, usualmente de silicio, sujeta a un cantiléver. Al acercar la superficie de una muestra a la punta, fuerzas atómicas entre la superficie y la punta se hacen relevantes, pudiendo ser estas atractivas o repulsivas. Esta punta se mantiene fija y la muestra se mueve perpendicular a la punta. Mediante el uso de un láser y un detector se puede medir la deflexión de la punta, producto de la interacción punta-superficie, generando una imagen topográfica de la muestra. Alternativamente, este microscopio se ha usado como herramienta para mover átomos y generar patrones a nanoescala (Chen, 1993).

En comparación con el microscopio STM, el atómico tiene la ventaja de que funciona con materiales que no son altamente conductores eléctricamente (tales como, células, tejidos y

materiales biológicos), esto es debido a que este microscopio, mide las fuerzas mecánicas en la punta detectora, sin que intervengan los efectos eléctricos.

En 1985, se encontraron estructuras de carbono de forma icosaédrica, la cual posee excelentes características físicas, matemáticas, químicas y corresponde a la tercera forma molecular más estable del carbono, el fullereno. El descubrimiento fue el resultado de investigaciones acerca de la naturaleza de la materia en el espacio exterior, a cargo de Curl, Kroto y Smalley.

Posteriormente, en 1991 se descubren los nanotubos de carbono por Sumio Iijima. Los nanotubos de carbono están formados por capas enrolladas de grafeno. Estos tubos son considerados como las fibras más resistentes, las que comparadas con el acero son cien veces más fuerte y seis veces más ligeras. La relación largo/ancho de los nanotubos y debido a su comportamiento electromagnético les permiten actuar como un buen semiconductor (Gutiérrez et al., 2015).

El Grafeno es una estructura que fue descubierta en el año 2004 por los científicos Andre Geim y Konstantin Novoselov, este descubrimiento les otorgó el Premio Nobel de Física el año 2010 por ser el inicio para uno de los campos investigativos más interesantes de la actualidad.

La importancia del grafeno radica en sus propiedades, las cuales están dadas por su estructura. Esta estructura es bidimensional y está constituida por átomos de carbono fuertemente cohesionados en una forma hexagonal, dando resultado una estructura plana y ligeramente ondulada. Gracias a su estructura, se desprenden las propiedades electrónicas, mecánicas y químicas presentes en el grafeno (Geim,2009).

Los hitos históricos anteriormente mencionados se presentan a continuación, en la Figura 2.1.



Figura 2.1: Línea temporal de hitos en Nanotecnología. Elaboración propia

2.1.1 Divulgación internacional de NyN

De acuerdo con Científica (2002), en el año 2000 se invirtieron alrededor de 2 mil millones de dólares en NyN. Los países que más dinero aportaron fueron: Japón aportó 650 millones, China 200 millones, Taiwán 150 millones y finalmente Singapur 40 millones.

En 2001 Estados Unidos invirtió 442 millones para luego el año siguiente aumentar la inversión a 604 millones. A finales de 2003 George Bush firmó la ley de iniciativa nacional de la Nanotecnología (NNI) la cual autoriza gastos para cinco agencias participantes por un total de 3,63 mil millones de dólares para impulsar la Nanotecnología por los siguientes 4 años.

En el año 2005, el ministerio de educación de Colombia declaró aquel año, como “el año de las competencias científicas. Bajo esta frase se llevaron por todas las regiones del país conferencias y talleres que incentivarán la enseñanza de las ciencias. La asociación colombiana pro-enseñanza de la ciencia (BUINAIMA) se encargará de difundir los conceptos básicos y las aplicaciones de las NyN. En agosto de ese mismo año, se realiza el primer evento internacional de NyN en Colombia, el cual fue llamado “La nanotecnociencia y nosotros” organizado por el Consejo Nacional de Nanociencia y Nanotecnología (CNNN). Luego de esto, surge el centro de ciencia y tecnología nanoescalar (NANOCITEC), el cual impulsó diversos eventos para difundir los conceptos y aplicaciones de las NyN.

En el año 2011 Colombia a través del programa nacional de ciencias y tecnología y del programa nacional de ciencia y prospectiva invierte cerca de 72 millones de dólares en diferentes departamentos de estado, tanto para la divulgación como la investigación de las ciencias, incluyendo las NyN.

México no cuenta con un programa nacional dedicado a las NyN, sin embargo, es uno de los países latinoamericanos que más investigaciones hace sobre NyN teniendo un considerable aumento desde el año 2000 hacia el año 2012; en cuanto a desarrollo de productos hay más de 100 empresas que desarrollan nanomateriales o que usan Nanotecnología, varios de estos productos están en su etapa final o ya en el mercado (García-Betancourt, 2017).

Según Winkelmann y Bhushan (2016), el plan estratégico de la NNI para el año fiscal 2015 en Estados Unidos, se enfocaron en cinco áreas, llamadas Nanotecnología firma iniciativas (NSIs, por sus siglas en inglés), para a nivel del programa de colaboración interinstitucional. Pretenden estos NSIs permitir el rápido avance de la ciencia y la tecnología al servicio de objetivos económicos y ambientales de seguridad nacional, de focalización de recursos en problemas críticos y las brechas. Estas áreas fueron: Nanotecnología para captación de energía Solar y conversión: contribuir a soluciones de energía para el futuro; Nanofabricación sostenible: creación de las industrias del futuro; Nanoelectrónica para 2020 y más allá; Infraestructura de

conocimientos de Nanotecnología (NKI); Nanotecnología para sensores: mejorar y Protección de la salud, seguridad y medio ambiente.

2.1.2 Divulgación de NyN en Chile

En Chile las actividades científicas y tecnológicas se encuentran organizadas a través de un Consejo de Coordinación formado por el Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad (CNIC), el cual coordina diversos programas, y por el Comité de cuatro ministerios: Educación, Hacienda, Economía y Ministerio de Desarrollo Social de Chile (MDS), anteriormente Ministerios de Planificación y Cooperación (MIDEPLAN).

También, predominan dos importantes organismos ejecutores de la Ciencia: Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT), la cual promueve y fomenta la ciencia y tecnología en Chile, orientándose al desarrollo económico y social del país; y el Programa Milenio, que promueve y financia la creación de centros de excelencia de ciencia y tecnología mediante los institutos y Núcleos Milenios (CORFO y Fundación Chile, 2017).

En relación con el aporte del Producto Geográfico Bruto (PGB) al desarrollo científico es de alrededor de 0.4%, lo cual se debe a que en Chile no existen políticas para el desarrollo en áreas científicas (Zárate y Zumelzu, 2011).

En el año 2009, se crea el centro más importante de Nanociencia y Nanotecnología en el país, denominado Centro para el Desarrollo de la Nanociencia y la Nanotecnología (CEDENNA), liderado por la Universidad de Santiago de Chile. Con la finalidad de aportar a la calidad de la educación en Chile y otorgar información acerca de los avances en Nanociencia, la Universidad de Santiago de Chile, mediante el CEDENNA y el Núcleo Milenio de Magnetismo Básico y Aplicado, ha realizado cuatro Talleres PRONANO de Nanociencia y Nanotecnología dirigidos docentes de Enseñanza Media, en los años 2010, 2013, 2016 y 2017.

El primer taller de Nanociencia fue desarrollado en el año 2010, en el cual participaron profesores de diversas comunas de la Región Metropolitana, tales como, Estación Central, Maipú, La Florida, Pudahuel y Puente Alto. Dicho taller obtuvo una gran aceptación y satisfacción por parte los profesores asistentes (CEDENNA, 2010).

En relación con el último taller realizado en el año 2017, se reunieron 38 profesores de diversas escuelas del país, donde el 60% de los profesores asistentes provenían de regiones (CEDENNA, 2017).

En el país, la divulgación de la Nanociencia y Nanotecnología se efectúa a través de grupos de investigadores, el Programa Explora el cual establece un tema de divulgación cada año, siendo el 2008 el año de la divulgación de la Nanotecnología.

Otra modalidad de divulgación corresponde a congresos nacionales e internacionales de ciencias básicas que incluyen los resultados de investigaciones con componentes de Nanociencia y Nanotecnología. En la educación superior y en los centros de investigación, la divulgación científica es mediante artículos en revistas que otorgan resultados de investigaciones.

Respecto a la enseñanza de la Nanotecnología en Enseñanza Básica y Media, no hay evidencia de la existencia de programas o cursos específicos y tampoco se encuentra en los programas de estudio, a excepción de Química electivo en IV medio. A pesar de que la Nanotecnología forma parte de las ciencias, no está articulada a ámbitos educativos, implicando un nuevo desafío en la labor docente, ya que al incluir la NyN en el currículum nacional, estos deberán capacitarse en el contenido de estas.

En la enseñanza universitaria no existen carreras enfocadas en la Nanotecnología. Sin embargo, tanto para las licenciaturas y carreras profesionales existen cursos que tienen contenidos de Nanotecnología, destacándose un curso electivo de nanoquímica de la Universidad de Chile (Zárate y Zumelzu, 2011).

La divulgación de la Nanotecnología pasa por mejorar la comunicación social de la ciencia, lo cual implica consolidar un sistema científico-tecnológico en el país, así como la generación de políticas, la formación en todos los niveles educacionales, la capacitación y generar compromisos de todos los actores públicos y privados.

2.2 Interdisciplinariedad

En la actualidad, debido a las diferentes reformas en la educación en las últimas décadas, generados por los cambios que enfrenta la sociedad actual, en aspectos económicos, sociales y fundamentalmente medioambientales; es que han surgido nuevas necesidades, nuevas problemáticas, que llegan al planteamiento de una nueva reforma del pensamiento (Perera, 2009).

El mundo de las ciencias ha comprendido este surgimiento de las nuevas y más complejas problemáticas, dirigiendo el foco hacia la relación del ser humano y el ambiente, planteando un nuevo enfoque integrado para la solución cooperativa de dichas problemáticas (Godemann, 2007). Debido a este nuevo enfoque, han surgido diversos conceptos que explican la

interdisciplinariedad, los que se confunden y dificultan finalmente su comprensión, por lo que se definen a continuación:

| | |
|------------------------------|--|
| Disciplinariedad | Corresponde a una mono-disciplina, que representa especialización en aislamiento (Max-Neef, 2004, p.3). |
| Multidisciplinariedad | Es una mezcla no integradora de varias disciplinas, en la que cada una conserva sus métodos y suposiciones sin cambio o desarrollo de otras disciplinas (Rodríguez s.f. citado en Carvajal, 2010). |
| Pluridisciplinariedad | Implica cooperación entre disciplinas, sin coordinación; normalmente se da entre áreas del conocimiento compatibles entre sí, y de un mismo nivel jerárquico (Max-Neef, 2004, p.5). |
| Interdisciplinariedad | Puede verse como una estrategia pedagógica que implica la interacción de varias disciplinas, entendida como el diálogo y la colaboración de éstas para lograr la meta de un nuevo conocimiento (Zárate, 2007). |

Tabla 2.1: Definiciones de los términos Disciplinariedad, Multidisciplinariedad, Pluridisciplinariedad e Interdisciplinariedad. Elaboración propia.

Para poder pasar de la multidisciplinariedad a la interdisciplinariedad, se requiere de trabajo en equipo y la integración de las diferentes ciencias. Posada (2004), sostiene que el nivel inferior de integración ocurre cuando a partir de una interrogante se busca información y ayuda en varias disciplinas, sin que dicha interacción contribuya a modificarlas o enriquecerlas, esta puede ser la primera fase de la constitución de equipos de trabajo interdisciplinario.

La interdisciplinariedad se refiere más allá que el integrar conjuntamente disciplinas, significa pensar y actuar bajo una nueva percepción de la realidad, donde los fenómenos no existen por separado, si no que existen de manera conjunta (Almidón, 2017). Para que estas competencias se desarrollen, surge la necesidad de cooperación y colaboración entre disciplinas, lo que plantea una enseñanza interdisciplinaria, en la formación de nuevos valores y hábitos (Perera, 2009).

Es importante que, dentro del contexto educativo, la interdisciplinariedad esté enmarcada y modelada por alguna teoría del aprendizaje, haciendo que su aplicación logre generar una reforma del pensamiento. Desde hace varios años atrás se han desarrollado múltiples teorías sobre el aprendizaje, las que pretenden describir el proceso del aprendizaje de los seres

humanos, para lograr comprender, predecir y controlar su comportamiento y cómo se pueden incorporar nuevos conocimientos (Schunk, 1997).

La teoría Constructivista del aprendizaje sostiene que el conocimiento es una construcción, donde cada ser humano percibe la realidad, la organiza y le da sentido según su propia existencia (Ortiz, 2015). El aprendiz, desde esta perspectiva, es sujeto activo y responsable en su proceso de aprendizaje (Massimino, 2010).

Diferentes autores han aportado en la construcción de esta Teoría, sus principales aportes se presentan a continuación:

| | |
|----------------------------|---|
| <p>Jean Piaget</p> | <p><u>La teoría del desarrollo cognitivo.</u> Comprende el aprendizaje como un proceso de construcción interna y biológica del individuo, el que participa activamente adquiriendo estructuras cada vez más complejas, los denominados estadios cognitivos (Massimino, 2010).</p> |
| <p>Lev Vygotsky</p> | <p><u>Teoría socio-cultural</u> Se basa en el aprendizaje sociocultural de cada individuo y en el medio que se desarrolla. Se postula la existencia de dos niveles evolutivos: uno real, definido por el nivel de desarrollo de las funciones mentales; y la Zona de Desarrollo Próximo, la que corresponde a la distancia entre el nivel real de desarrollo, determinada por la capacidad de resolver independientemente un problema, y el nivel real de desarrollo potencial, determinado por la resolución de un problema con la ayuda de un adulto o colaboración con un compañero más capaz (Julio, 2010).</p> |
| <p>Ausubel</p> | <p><u>El aprendizaje significativo</u> Comprende el aprendizaje del individuo, como una relación del nuevo conocimiento con aquellos que ya posee, su combinación surge el significado único y personal del individuo del nuevo conocimiento (Ortiz, 2015).</p> |

Tabla 2.2: Teorías constructivistas del aprendizaje de J. Piaget, Vygotsky y Ausubel. Elaboración propia.

El aprendizaje de las disciplinas científicas, se sustentan en las diferentes teorías del aprendizaje, pero en los últimos años en su mirada pedagógica, es el constructivismo la teoría que ha dado un lineamiento en su aprendizaje. En este caso, la interdisciplinariedad aparece como una estrategia válida para fortalecer los aprendizajes dados por una construcción y darle un significado individual, familiar y social (León, 2013).

Por lo tanto, las relaciones interdisciplinarias son una herramienta que posibilita perfeccionar el proceso de construcción del aprendizaje (Gutiérrez et al., 2016), especialmente las problemáticas del mundo actual y futuro tendrán solución en la cooperación y colaboración entre disciplinas, formando un nuevo conocimiento.

2.2.1 Modelos interdisciplinarios

La interdisciplinariedad se ha formado como el principio, el proceso, forma de pensar y también como forma de organizar acciones; por lo que el campo de la didáctica como ciencia pedagógica, se apoya en la interdisciplinariedad debido a que el fin de esta, se basa en la concepción de un nuevo aprendizaje, teniendo en cuenta el análisis anterior del aprendizaje ya adquirido (Perera, 2009).

La didáctica es conceptualizada como la ciencia que direcciona el proceso de enseñanza-aprendizaje escolarizado, la cual trabaja en común con el currículum que entrega las directrices de los contenidos a abordar (Hernández, A., Hernández, F. y Pino, 2015), para la aplicación en la práctica, la interdisciplinariedad presenta tres niveles o etapas. La etapa curricular, es la primera etapa referida al análisis de los currículos de las disciplinas, conocer su lugar, especificaciones y funciones, además de identificar los nodos interdisciplinarios que indican las interdependencias, convergencias y complementariedades de entre estas disciplinas.

La segunda etapa, la etapa didáctica, integra las estrategias pedagógicas interdisciplinarias a desarrollar, comprendiendo las funciones y los componentes didácticos, en relación con las disciplinas a abordar, lo que significa la búsqueda, de una didáctica única.

La etapa pedagógica, la última etapa que se desarrolla en el aula, lo que somete al modelo didáctico elaborado mediante el trabajo metodológico interdisciplinario. Este trabajo es retroalimentado y transformado por el trabajo en el aula, de acuerdo con lo que determina la práctica durante el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Se presentan a continuación las etapas de Lenoir (2005).

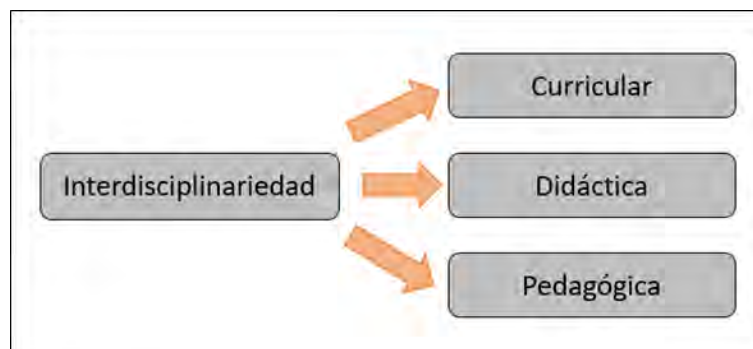


Figura 2.2: Lenoir, Y. (2005). *Etapas de la interdisciplinariedad de Lenoir*. Recuperado de <http://studylib.es/doc/5414048/el-enfoque-interdisciplinario--otra-forma-de-concebir-la->.

Para una enseñanza interdisciplinar es necesaria una revolución en el modelo tradicional de enseñanza que se basa en la enseñanza de varias disciplinas de forma independiente. Según Roco 2003 (citado en Díaz, 2015), quien presenta un modelo interdisciplinario de aprendizaje, que debe fundamentarse en un modelo en que en primera instancia se eduque al estudiantado en los conceptos unificadores de las diferentes materias y luego se discuten a profundidad los conceptos fundamentales de las disciplinas relacionadas; el modelo que se plantea permitirá que los estudiantes puedan entender de manera más efectiva la naturaleza de las conexiones.

A continuación, en la Figura 2.3 se presenta El modelo interdisciplinario que plantea Roco 2003 (citado en Díaz, 2015).



Figura 2.3: Roco, M. (2003). *Modelo interdisciplinario de Roco*. Adaptado de Díaz, 2015.

Otro modelo de aprendizaje interdisciplinar es el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), el cual tiene sus orígenes desde la Antigüedad Clásica donde Confucio y Aristóteles fueron exponentes de la filosofía de aprender haciendo. Siglos posteriores, este enfoque de aprendizaje fue evolucionando gracias al filósofo John Dewey, el cual propuso un aprendizaje con enfoque experiencial, que se extendió en Estados Unidos a mitad del siglo XX, y que posteriormente fue llamado *Project Based Learning* (Boss 2001, citado en Enseña Chile, 2015).

El ABP es un modelo de aprendizaje en el cual el estudiantado trabaja de forma activa, planean, implementan y evalúan proyectos que tienen aplicación en el mundo real más allá de la sala de clase (Martí, Heydrich, Rojas y Hernández, 2010)

A través de los proyectos el estudiantado busca soluciones a problemas reales mediante el planteamiento de nuevas preguntas, debatiendo ideas, recolectando y analizando datos, reflexionando sobre su proceso de aprendizaje, concluyendo, comunicando sus ideas, creando productos y compartiendo sus aprendizajes con una audiencia real (Fundación Enseña Chile, 2015.).

Para aplicar esta metodología, según Larmen y Mergendoller (2010), existen una serie de etapas, las cuales se presentan a continuación:

- Etapa 1: Contenido significativo

El docente planifica un proyecto para el estudiantado, que se focaliza en los contenidos más relevantes derivados de los estándares (bases curriculares). El tema del proyecto debe ser a su vez significativo para la vida de los y las estudiantes, y sus intereses.

- Etapa 2: Una necesidad de saber

El docente puede activar la curiosidad del estudiantado por el proyecto, comenzando por un hito de partida que dé comienzo a la investigación. Puede ser un video, un invitado a la clase, una salida a terreno, un debate, entre otros.

- Etapa 3: Una pregunta conductora

Presentado el tema del proyecto y las ideas presentadas para responder a la problemática que pretender resolver dicho proyecto, el estudiantado en conjunto con el docente deben crear una pregunta guía que se apropie de la finalidad del proyecto y que a la vez otorgue un desafío.

- Etapa 4: Voz y elección del estudiante

Esta etapa del ABP es fundamental, pues para que el proyecto sea significativo para el estudiantado se hace necesario la voz y opinión de ellos al momento de la selección del tema a estudiar. Sin embargo, el o la docente debe explicar los requerimientos del proyecto, estableciendo el estándar de los productos a generar y el cómo serán evaluados.

- Etapa 5: Habilidades del siglo XXI

El proyecto a desarrollar debe otorgar al estudiantado oportunidades para desarrollar habilidades del siglo XXI como la colaboración, la comunicación, el pensamiento crítico y el uso de la tecnología. Teniendo en cuenta lo anterior, el estudiantado debe elegir el producto a generar de manera grupal, cómo lo diseñarán, crearán y presentarán, organizándose como grupo para cumplir con la finalidad del proyecto.

- Etapa 6: Investigación e innovación

El estudiantado investiga sobre el tema de los proyectos para responder la pregunta guía. No sólo basta con recopilar información acerca del tema, sino que los estudiantes deben plantear sus propias preguntas sobre el tema a investigar, para posteriormente examinar sus ideas y realizar un bosquejo de sus propias conclusiones.

- Etapa 7: Retroalimentación y revisión

Durante la investigación y el desarrollo de los productos, los diversos grupos de estudiantes revisan y retroalimentan entre sí su trabajo, usando como por ejemplo rúbricas u otros criterios de para evaluar el trabajo de los demás. El profesor debe revisar los apuntes de investigación y planes de desarrollo, reuniéndose con cada grupo para supervisar y observar el progreso.

- Etapa 8: Producto presentado públicamente

Finalmente, el estudiantado debe presentar el proyecto a una audiencia, en la cual se invitan a miembros de la comunidad escolar. El estudiantado debe responder preguntas, reflexionar sobre cómo llevaron a cabo el proyecto, y acerca de los contenidos y habilidades que desarrollaron.

Con la finalidad de obtener el máximo potencial del ABP, los docentes requieren crear un ambiente de aprendizaje reformando los espacios, otorgando acceso a la información y guiando el proceso, en el cual deben consolidar el trabajo grupal e individual, detectar problemas, proponer soluciones, retroalimentar y evaluar los resultados (Rodríguez, Vargas y Luna, 2010).

Los docentes deben intervenir como orientador, mediador y dejar que los estudiantes adquieran autonomía y responsabilidad en su propio aprendizaje, guiando a los estudiantes para que encuentren la mejor solución al problema central del proyecto.

Respecto al rol del estudiante en el ABP, no se limita a la escucha activa sino a la participación activamente en procesos cognitivos: reconocimientos de problemas, priorización, recoger información, interpretación de datos, establecimiento de relaciones lógicas, planteamiento de conclusiones o revisión crítica de preconceitos y creencias (Trujillo, 2015).

Es importante señalar, que no se debe confundir el Aprendizaje Basado en Proyectos con el Aprendizaje Basado en Problemas.

Según Barrows (1986), el aprendizaje basado en problemas es un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos.

En el siguiente diagrama se presentan las semejanzas y diferencias entre ambos modelos.



Figura 2.4: Comparación entre aprendizaje basado en problemas y aprendizaje basado en proyectos.

Adaptado de <https://www.theflippedclassroom.es/aprendizaje-basado-en-problemas-o-aprendizaje-basado-en-proyectos-2/>.

Es por esto que la presente propuesta se basa en la teoría del aprendizaje constructivista, con el objetivo de generar aprendizajes significativos en el estudiantado, utilizando un modelo de aprendizaje interdisciplinar. Este se enfoca en plantear actividades dirigidas a que el estudiantado interactúe en contenidos referentes a la NyN, fomentando hábitos y pensamientos que comprendan la interdisciplinariedad.

2.2.2 Desafíos en el trabajo interdisciplinario.

El trabajo interdisciplinario presenta múltiples desafíos para abordar; entre ellos se tienen:

- Lenguaje científico: puesto que en cada disciplina este es distinto. Frecuentemente esto confunde a los mismos científicos de otras disciplinas: y en ocasiones, las palabras claves y los conceptos tienen significados disímiles según la disciplina (Juarroz 1996, Luckman 2008, Rodríguez s.f, citado en Carvajal 2010).
- Egocentrismo intelectual: dependiendo de la disciplina se tienen diferentes normas para abordar o formular problemas. Es importante la cooperación de las diversas disciplinas y que estas estén abiertas a manifestar una complementación entre ellas.

- Estructuras institucionales y procedimientos: a nivel educacional, podemos encontrar diversas barreras para la interdisciplinariedad, entre las cuales están: sistemas académicos rígidos, asimetría entre los campos de conocimiento en las instituciones y largos procesos para la aprobación de nuevos planes de estudio, cuando estos son novedosos. (Bustamante 2008, citado en Carvajal,2010)
- Tiempos diferentes entre las disciplinas: generalmente los horizontes temporales de los estudios científicos, políticos y sociales son diferentes y complicados de ajustar (Carvajal, 2010).

Estas son algunas de las barreras que se presentan al intentar trabajar de forma interdisciplinaria, las cuales derivan en una falta de concepción sistémica y sistemática de la complejidad de las distintas materias involucradas. A pesar de lo anterior, la interdisciplinariedad ayuda a fortalecer las diversas disciplinas involucradas, mediante el abordaje de los problemas visto desde diferentes perspectivas.

2.3 Trabajo Colaborativo

El trabajo colaborativo, en un contexto educativo, se puede plantear como un modelo de aprendizaje interactivo, que invita al estudiantado a construir juntos, lo cual demanda articular esfuerzos, aptitudes y competencias mediante una serie de intercambio de ideas, que les permitan lograr las metas establecidas consensuadamente (Maldonado, 2007).

Dentro del trabajo colaborativo en el aula, es importante que él o la docente mantenga una función de guía, otorgando las responsabilidades a los propios grupos de trabajo.

Es importante tener en cuenta que, en el trabajo colaborativo, todos los integrantes del grupo dan ideas libremente, ya que, desde la creatividad y fortalezas de cada uno se aporta a la solución del problema.

Los miembros del equipo se deben ayudar mutuamente a partir de sus fortalezas, pues cada uno aporta a partir de lo que mejor sabe hacer. Cada miembro del equipo tiene un rol importante y una tarea que cumplir, haciéndose responsable de ella, y tomando decisiones de forma grupal.

El docente debe evaluarlos como grupo, pero considerando los rendimientos individuales en cuanto a conocimiento, participación y compromiso.

2.4 Alfabetización científica y enfoque STEAM.

Las ciencias son un campo universal, hoy en día la sociedad está rodeada de situaciones y artefactos, que se relacionan o se justifican a través de las ciencias. En este contexto, es común

la manipulación de ciertos objetos tecnológicos, que día a día se van actualizando cada vez más rápido, según los campos tecnológicos vayan avanzando, por lo que no siempre es una tarea sencilla la manipulación de este tipo de objetos relacionados con las ciencias.

La brecha en este ámbito puede romperse a través de la educación científica, logrando no sólo la manipulación de ciertos objetos, sino que además contribuyendo en el conocimiento y en la toma de decisiones. La alfabetización científica es entonces primordial en el desarrollo como sociedad y en la formación de ciudadanos íntegros y reflexivos, que puedan desenvolverse en el mundo actual, conscientes de su entorno y de la importancia de las ciencias para nuestro mundo (Sabariego y Manzanares, 2006).

Dada a la importancia que tiene la alfabetización científica en el contexto universal, es relevante que ésta se construya en contextos de aprendizajes que estimulen este tipo de alfabetización. Además, el aprendizaje interdisciplinar se presenta como un modelo integral para la alfabetización científica, ya que al ser el campo de las ciencias constituida por Física, Química y Biología, logra abarcar todos los aspectos y potenciar un contenido de manera integral. Dentro del aprendizaje interdisciplinario, surgen en los últimos años diferentes enfoques, siendo el enfoque STEAM el que combina los contenidos y habilidades de las ciencias, tecnología, ingeniería, matemática y las artes creativas, fortaleciendo la alfabetización científica. Con este enfoque se apunta en la formación de ciudadanos con alto nivel de alfabetización científica bajo diferentes contextos actuales.

2.4.1 Definición Alfabetización Científica.

La alfabetización científica establece una vinculación entre la alfabetización tradicional, entendida como: la enseñanza y aprendizaje de la lectura y escritura, basada en el modelo conductista utilizando el método alfabético y la alfabetización tecnológica que tiene como finalidad enseñar y evaluar los conceptos y habilidades básicos de la informática para que las personas puedan utilizar la tecnología en la vida cotidiana y así desarrollar nuevas oportunidades sociales y económicas.

La OCDE, define la alfabetización científica como:

“La capacidad de un individuo de utilizar el conocimiento científico para identificar preguntas, adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos y sacar conclusiones basadas en evidencias respecto de temas relativos a la ciencia, comprender los rasgos específicos de la ciencia como una forma de conocimiento y búsqueda humana, ser consciente de cómo la ciencia y la tecnología dan forma a nuestro mundo intelectual y cultural y tener la voluntad de involucrarse en temas

relativos a la ciencia con ideas científicas, como un ciudadano reflexivo” (OCDE, 2009, p.128, citado en Navarro y Förster, 2012).

Las organizaciones como OCDE y UNESCO destacan la alfabetización científica como sustancial para el desarrollo del capital humano y económico para el país. Es por ello que hoy en día el rol y el desempeño del ciudadano se debe a la alfabetización científica, por lo que el ciudadano del siglo XXI necesita comprender el mundo científico.

Los avances y adelantos de la ciencia y tecnología han otorgado un sinfín de posibilidades para el mundo científico y para la sociedad. Sin embargo, cuando los y las estudiantes tienen bajo rendimiento en un área disciplinar de ciencia, esto se puede interpretar como una baja comprensión científica y en el alejamiento del mundo científico y tecnológico. Es por esto que la alfabetización científica requiere despertar el interés por la ciencia, donde se debe enseñar a aprender el que el conocimiento científico tenga un significado para comprender la vida cotidiana.

Según Bybee 1997 (citado en Navarro y Förster, 2012) la alfabetización científica no es un todo o nada. Plantea la existencia de grados de alfabetización, la cual corresponde a una taxonomía que es aplicable en las escuelas, además propone tratar la alfabetización científica en cinco niveles en donde los individuos van desarrollando una comprensión mayor de la ciencia y de la tecnológica.

Como se presenta en la figura 2.5, donde el *analfabetismo científico* es el nivel más bajo, el que se caracteriza por estudiantes que poseen baja capacidad cognitiva para identificar una pregunta dentro del dominio de la ciencia. En la *alfabetización científica nominal*, los estudiantes comprenden o identifican una pregunta dentro del dominio de la ciencia, sin embargo, su entendimiento se caracteriza por la presencia de ideas erróneas y conceptos inexactos. La *alfabetización científica funcional y tecnológica*, se caracteriza por el uso de vocabulario científico con esquemas conceptuales más amplios, pero con una comprensión superficial. En la *alfabetización científica conceptual y procedimental*, no sólo se comprenden los conceptos científicos, sino que además cómo estos se relacionan con la globalidad de una disciplina científica. Y finalmente la *alfabetización científica multidimensional* es caracterizada por una comprensión de la ciencia que se extiende más allá de los conceptos de las disciplinas científicas.

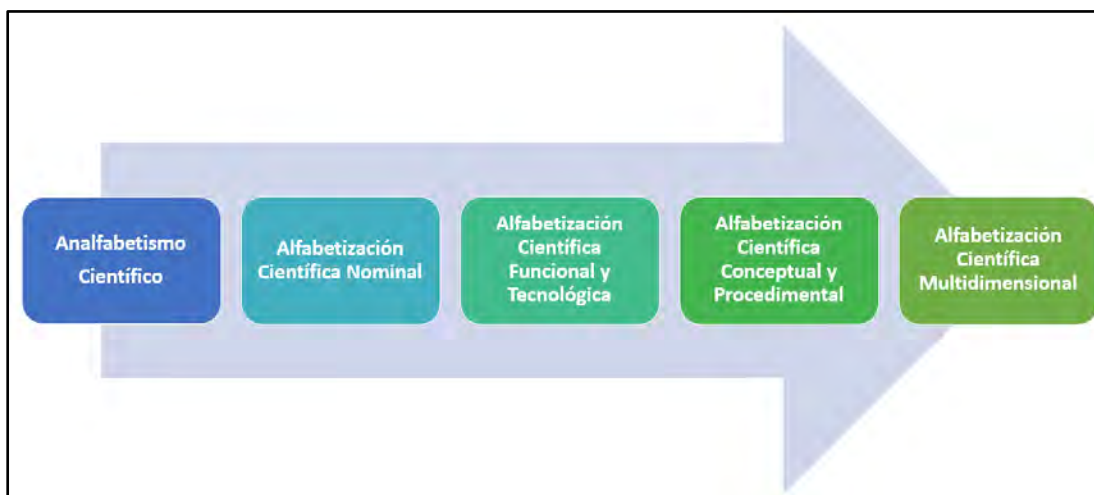


Figura 2.5: Taxonomía de Bybee, grados de alfabetización científica. Elaboración propia basada en Bybee 1997.

En relación al contexto chileno, a partir de la modificación en el Currículum Nacional decretado en el año 2009, se ha incorporado en los documentos curriculares el concepto de alfabetización científica, detallando en las Bases Curriculares del sector de Ciencias Naturales la relevancia que tiene el Currículum Nacional de ciencia la cual radica en la alfabetización científica del estudiantado, donde la implicancia está en que el estudiantado debe adquirir conceptos y nociones básicas sobre la ciencia, con la finalidad de comprender y aportar al desarrollo de la sociedad (MINEDUC,2015).

El MINEDUC (2015), reconoce los beneficios que otorga el aprendizaje de las ciencias a los miembros de la sociedad, proponiendo que los aprendizajes a lograr durante los años de estudio deben abarcar las grandes ideas de la ciencia, por lo tanto, el proceso de educación científica debe estar enfocado en el desarrollo de las competencias y habilidades científicas del estudiantado, a través de la adquisición y aplicación de conocimientos científicos, para con ello obtener nuevos conocimientos científicos que ayuden a explicar fenómenos científicos y al análisis de las evidencias de estudios relacionados con las ciencias.

De esta manera, se enmarca la importancia y el desafío que significa la enseñanza científica contextualizada y relacionada con el desarrollo social y cultural de la o el estudiante, impulsando un actitud positiva y cercana. A través de la alfabetización científica del estudiantado es posible lograr este objetivo para y con las ciencias, es por ello que el docente debe potenciar este proceso, buscando instancias que la fomenten, en su rol de orientador y guía en el proceso de enseñanza de las ciencias, en la formación de ciudadanos informados en el área científica, para el análisis y toma de decisiones basándose en su conocimiento científico.

2.4.2 Definición STEAM.

Las siglas STEM fueron establecidas en la década del 90 por la National Science Foundation (Fundación Nacional para la Ciencia) de Estados Unidos para referirse al conjunto de disciplinas de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas. La traducción de la palabra STEM al español es tallo, la cual resulta adaptable a la noción que a partir de estas cuatro disciplinas surgirían nuevas soluciones que potenciarán la competitividad.

Con la llegada del siglo XXI, la noción de educación STEM tomó relevancia extendiéndose, pasando desde la formación profesional y técnica a la educación escolar, tanto en las aulas y en los programas de estudios como en instancias extracurriculares y no formales.

La educación STEM se puede entender como una aproximación para la enseñanza de las ciencias, tecnologías, ingenierías y matemáticas de una manera interdisciplinar, donde los conceptos científicos son gestionados mediante actividades didácticas aplicadas a la vida cotidiana del estudiante.

El adoptar el enfoque STEM, conlleva a que el docente cambie su metodología clásica unidireccional al hacer clases para convertirse en una especie de habilitador del aprendizaje para sus estudiantes. Lo cual requiere de un conocimiento disciplinario, pero aún más importante, un dominio metodológico para hacer de sus estudiantes protagonistas de sus aprendizajes.

En este enfoque, se busca que el estudiantado trabaje en las salas de clases de forma similar a como lo hace un ingeniero y/o un científico: observando la realidad, realizando preguntas, formulando ideas e hipótesis, experimentando, registrando datos, realizando lo respectivos análisis de datos y llegando a las conclusiones. El aprendizaje significativo se vería favorecido, si esta se genera de manera vivencial, lo que facilita la comprensión de contenidos científicos, influenciando positivamente en la motivación de las y los estudiantes.

Según Moya (s.f.), la metodología STEM conlleva la práctica de diferentes herramientas/metodologías/recursos en el aula:

- Aprendizaje colaborativo
- Aprendizaje basado en proyectos interdisciplinarios (PBL).
- Enseñanza por indagación (introducción al método científico: observación, preguntas, formular hipótesis, experimentar, recolectar datos y concluir).
- Innovación en la enseñanza de matemáticas.

Por otra parte, la implementación de un currículo STEM podría contribuir a formar científicos e ingenieros, técnicos y trabajadores competentes, capaces de abordar las demandas de

conocimiento basado en la ciencia y tecnología, así como también, contribuir a formar ciudadanos científica y tecnológicamente alfabetizados, que participen de las decisiones públicas comprendiendo la complejidad del mundo que les rodea, para que puedan tomar decisiones informadas, que afectan a su entorno familiar y su comunidad (Reyes y García 2014, citado en García, Reyes y Burgos, 2017).

Debido a que el proceso de enseñanza y aprendizaje en el ámbito educativo no sólo abarca las disciplinas STEM, han surgido diversas combinaciones para enfatizar en el objetivo de este enfoque. En 2011, Corea del Sur, decretó cambiar la estrategia educacional STEM a STEAM, incluyendo artes y diseño en el currículo escolar integrado.

Desde los espacios educativos y a partir de las organizaciones no gubernamentales, en varios países se ha potenciado el desarrollo de la educación STEAM, incorporando al arte como una disciplina primordial para promover la creatividad y el desarrollo de un aprendizaje integral.

Cabe señalar, que sólo Corea del Sur ha hecho explícita la incorporación política hacia una educación STEAM, incluyendo este enfoque en los currículos y formando docentes para la implementación de este enfoque (CORFO y Fundación Chile, 2017).

Respecto a Finlandia, incorpora el enfoque STEAM de una forma implícita considerando que las artes son relevantes para el aprendizaje y que son transversales al sistema educativo. Por otra parte, agencias gubernamentales de Estados Unidos e Inglaterra, reconocen que las artes y las ciencias son mejores cuando son estudiadas, enseñadas y aplicadas en conjunto.

El enfoque STEAM, con integración de las artes y diseño, ha sido adoptado en otros países tanto por su énfasis en innovación, ya que otorga un mayor atractivo para aquellos estudiantes que no se identifican cercanamente con las ciencias como con las artes creativas. Este enfoque busca facilitar la conexión de los procesos de pensamiento lógico y creatividad en los estudiantes y ayudar a superar la supuesta dicotomía que existe entre el pensamiento lógico y la creatividad.

En el Foro Económico Mundial (2017) se anunció que la sociedad se encuentra en la Cuarta Revolución Industrial, en relación con los cambios sociales, económicos y en la gobernabilidad. Mediante estos cambios se modifican las habilidades y conocimientos requeridos para participar y desenvolverse activamente en la sociedad, es por esto que los ciudadanos deben ser capaces de entender el mundo desde las disciplinas STEM.

Entre los años 2003 y 2010, se realizó el Programa de la Enseñanza de las Ciencias Basado en Indagación (ECBI) en alrededor de 250 escuelas del país, las cuales experimentaron un cambio en la forma de la enseñanza de las ciencias. Este programa fue desarrollado por la Academia Chilena de Ciencias, la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile y el

MINEDUC, cuyo propósito era que el estudiantado pudiese comprender el mundo que los rodea usando procedimientos propios del mundo científico. Sin embargo, en el año 2011 se puso término al convenio con MINEDUC, aunque, el programa sigue en funcionamiento como una iniciativa privada en 39 establecimientos coordinados por la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile (ECBI, 2015).

A partir de cierre del convenio anteriormente mencionado, Chile no se encuentra con políticas educativas o programas de fomento a la educación STEM en la educación formal. En relación al ámbito no formal, se encuentra el Programa Nacional de Educación No formal en Ciencias y Tecnología, EXPLORA, que tiene como objetivo y misión contribuir a la creación de una cultura científica y tecnológica a través de actividades, talleres y concursos nacionales.

A continuación, se presentan dos iniciativas destacables en relación con la promoción en educación STEM en Chile:

- El proyecto “Construcción de un modelo de Enseñanza STEM para la educación técnica profesional”, desarrollado por Fundación Educación 2020 y la Universidad Técnica Federico Santa María, las cuales han realizado alianzas con la Universidad de Leeds de Inglaterra y con el financiamiento del fondo Newton-Picarte del British Council. La finalidad del proyecto es contribuir al desarrollo económico de Chile y mejorar la articulación entre liceos técnicos profesionales con instituciones de educación técnica en el país.
- Educarchile, ha desarrollado el sitio temático “Ciencias Integradas” (<http://escuelaenmovimiento.educarchile.cl>), en el cual invita a la comunidad a conocer el enfoque STEM, facilitando material para los docentes para que sean aplicados dentro de las salas de clases.

2.5 Estrategias de enseñanza

El uso de diferentes estrategias de enseñanza aporta en el proceso educativo del estudiantado, existen provechosas herramientas que conllevan a fomentar diferentes habilidades, como la de pensamiento y el análisis de los contenidos en diversos contextos, potenciando con ello el aprendizaje del estudiantado (Bustamante, Carmona y Rentería, 2007). El uso de estrategias de enseñanza se convierte así en un elemento importante para el docente, en la planificación de los contenidos y diversos abordajes de estos, los que generan al estudiantado un acercamiento de los contenidos científicos.

En el presente apartado se describen las diversas estrategias y herramientas que potencien el acercamiento científico del estudiantado, promoviendo la alfabetización científica en NyN.

2.5.1 Usos de TIC.

Según MINEDUC (2015), el uso de las Tecnología de la información y comunicación (TIC) son relevantes para el proceso de la alfabetización científica del estudiantado, debido a que mediante estas pueden emplear recursos tecnológicos para efectuar investigaciones, adquirir evidencias y comunicar resultados. Es por esto, que las actividades planificadas por parte de los y las docentes tienen que ser contextualizadas en relación al desarrollo tecnológico y virtual presente en la sociedad actual. La utilización de las TIC deben impulsarse en los sectores de aprendizajes y el desarrollo de las habilidades, ya que, las capacidades para utilizar las TIC se encuentra explícitamente como uno de los Objetivos Fundamentales Transversales del Marco Curricular.

En 1992, se origina el proyecto Enlaces como un proyecto piloto en doce escuelas de Santiago y que luego se extendió hasta la Araucanía, llegando a cien escuelas.

Este proyecto fue desarrollado por el Ministerio de Educación, con la finalidad de formar una red educacional nacional entre todas las escuelas y liceos subvencionados del país para incorporar las nuevas tecnologías de información y comunicación de la educación (Enlaces, 2009-2015).

El proyecto Enlaces se fue desarrollando progresivamente en relación a la formación docente en las instalaciones de redes y recursos pedagógicos en los establecimientos. El propósito fue potenciar los programas de estudios, otorgar a los docentes nuevas herramientas didácticas y ofrecer a todo el estudiantado las mismas oportunidades de tener una mejor calidad de aprendizaje, sin importar sus contextos socioculturales.

A partir del año 1995, Enlaces comienza su expansión abarcando 5.300 escuelas y liceos a lo largo de todo el país, implicando que dos y medio millones de estudiantes tuvieran acceso a los recursos informáticos.

El Marco Curricular aceptado en 1998, incluye la informática de forma transversal en los programas de estudio correspondientes a la Educación Media. El objetivo de esta incorporación es que los estudiantes al finalizar la educación media desarrollen la capacidad de manejar herramientas de software y de seleccionar información a través de las redes. Debido a la iniciativa Internet Educativa 2000, Enlaces comenzó a facilitar internet gratuito a los establecimientos educacionales.

En el año 2000, nace Enlaces Rural como la respuesta al interés del Ministerio de Educación en extender el acceso de las redes educacionales. Esta implementación llevó consigo el desafío de desarrollar una propuesta de trabajo de integración de las nuevas tecnologías, denominado

“Acompañamiento”, el cual posee dos etapas: Habilitación Tecnológica y Uso Progresivo de la informática en el Aula Multigrado.

Gracias a las iniciativas del Proyecto Enlaces, el uso de las TIC han tenido una gran relevancia en el desarrollo de la sociedad chilena. Por otro lado, los establecimientos educacionales han tenido que prepararse para abordarlas adecuadamente.

En el contexto chileno, en relación con la Reforma Educacional, se han incorporado los Objetivos Fundamentales Transversales (OFT) de informática, cuya justificación se basa en:

“El nuevo currículum, en su propósito de ofrecer las herramientas que los alumnos necesitarán en su vida, ha definido a los computadores y las redes de comunicación que facilitan su uso, como un Objetivo Fundamental Transversal, es decir, todas las disciplinas recurrirán a esta nueva tecnología, presente en la educación subvencionada gracias a la Red Enlaces” (Cox, 1998, p.4).

Según Pérez (2002), las TIC son herramientas necesarias para acceder y manipular datos digitales y plantea tres características básicas

- 1) Conjunto de habilidades y competencias, valorándose a la TIC como materia de estudio, procurando determinar los conocimientos y habilidades que promueve.
- 2) Herramientas para mejorar el desarrollo de procedimientos establecidos.
- 3) Agentes de cambio capaces de generar nuevas herramientas y técnicas para el desarrollo de actividades, creando paradigmas a través de la innovación de los procesos.

Es necesario señalar que los puntos anteriormente destacados sólo hacen referencia a las TIC y no contemplan el uso de estas mediante personas y el impacto que tienen en la comunidad escolar, por lo que la inclusión de las TIC en un espacio educativo requiere de adaptación, capacitación y el uso adecuado de estas, ya que las TIC se perciben hoy en día como un factor relevante en la educación del siglo XXI.

Morrissey (2008) plantea los siguientes requerimientos necesarios para una integración de las TIC en el ámbito educativo:

1. La provisión de suficientes recursos TIC que sean confiables, de fácil acceso y estén disponible para los docentes y estudiantes.
2. Las TIC deben estar incorporadas en el proceso de desarrollo del currículum y en su implementación.

3. El uso de las TIC debe reflejarse en la forma en los estudiantes son evaluados. Además, las TIC son excelentes recursos para la evaluación de aprendizajes.
4. Acceso a formación docente basado en las TIC.
5. Apoyo para directivos y coordinadores de TIC en las escuelas para dominar uso y facilitar el aprendizaje.
6. Recursos digitales de gran calidad, recursos de enseñanza y ejemplos de buenas prácticas para involucrar a los estudiantes y apoyar a los docentes.

La utilización de las TIC puede otorgar un entorno y ambiente de aula favorable para el aprendizaje y a través de animaciones, simuladores e ilustraciones se puede enseñar conceptos que para los estudiantes son difíciles de comprender. La inclusión de las TIC puede favorecer la colaboración dentro de las salas de clases, el trabajo en equipo, el aprendizaje entre pares y el desarrollo de habilidades creativas y de comunicaciones, por lo que se debe tener presente la gran importancia que tiene el uso de diversos medios de comunicación y la influencia didáctica que estos aportan de manera integradora a la enseñanza en un contexto cotidiano.

2.5.2 Uso del Cine y cómic.

Un medio de comunicación que favorece el aprendizaje en la sala de clase es la utilización de personajes contextualizados en los medios de recreación del estudiantado, tales como los que provienen de los comics y el cine. Según la Real Academia de la Lengua Española (2003), el cómic se define como una secuencia de viñetas con un desarrollo narrativo. Por otro lado, según McCloud (2005) el cómic consiste en “ilustraciones yuxtapuestas y otras imágenes en secuencia deliberada, con el propósito de transmitir información y obtener una respuesta estética del lector”. McCloud aclara que la definición de cómic no encasilla a géneros, enfoques, ni estilo, no discrimina edad, ni el tema. Este medio de comunicación permite al lector participar activamente, incitando al desarrollo de la imaginación, creatividad y provocando emociones.

El apogeo del comic se dio entre los años 40 y 60, respectivamente en varios países del mundo, estas historietas escritas ayudaron a minimizar las dolencias emocionales que las guerras conllevan, paralelamente a esto la industria del cine, tuvo también grandes avances, cumpliendo una función parecida a la de los cómics en este periodo.

Según la Real Academia de Lengua Española (2003), el cine se define como la técnica, arte e industria de la cinematografía. Considerado como el séptimo arte, ya que en él se mezclan obras artísticas como lo es la literatura, la pintura y la fotografía. En los últimos años y en conjunto con los avances tecnológicos, el alcance del cine se ha excedido en forma superlativa

a su fin puramente artístico, y constituye en realidad tanto una herramienta para la difusión de la ciencia o la cultura (Bembibre, 2008). Es por ello que el cine, puede jugar un papel muy interesante en la comprensión de los fenómenos que vivencian los seres humanos, logrando ser este un recurso de aprendizaje que facilita la comprensión y retención de conocimientos, potenciando la capacidad crítica (Pérez y López, 2007).

El uso educativo de cómics y del cine se presenta como un medio efectivo para transmitir al estudiantado ideas científicas y ayuda a contribuir en la percepción positiva hacia la ciencia y la tecnología, ya que generalmente existe una tendencia a mostrar una impresión negativa hacia estas, como, por ejemplo: los riesgos de la contaminación, manipulación de alimentos, peligro químico, entre otros (Morales, 2012).

Por otra parte, la utilización de este tipo de herramientas permite introducir y discutir conceptos básicos, para plantear preguntas y ejercicios, fomentar la discusión e introducir el humor para contrapesar la visión clásica que se tiene acerca de la ciencia, obteniendo como resultado el desarrollo de habilidades y el cambio en la actitud del estudiantado, logrando con ello una cercanía de algunos conceptos científicos.

No obstante, para que este tipo de herramienta resulte eficaz se necesita una detallada planificación que incluya los objetivos, tareas y evaluación de cada una de las actividades donde se desee incluirlas. Por lo tanto, la tarea docente implica: identificar temáticas relevantes en el campo disciplinar, en unión a las herramientas específicas a utilizar, discriminar entre lo que no resulta relevante o sea secundario y pasar de un nivel anecdótico a un mayor nivel de abstracción (Pérez y López, 2007).

2.6 Estrategias de evaluación

En el área docente, el término evaluación es concurrentemente utilizado, el que se asocia específicamente a las pruebas o trabajos, lo que se les asigna una calificación según el nivel de desempeño demostrado por el estudiantado, es decir se le asigna una valoración al aprendizaje de la o el estudiante. Según la Real Academia española (2003), la evaluación se define como la acción de evaluar, que se refiere por una parte a la señalización del valor de una cosa y por otro lado se define como la estimación de conocimientos, aptitudes y rendimiento del estudiantado. Para la evaluación del aprendizaje se requiere, por tanto, tener evidencias que corroboren los logros de dichos aprendizajes, estas instancias son herramientas útiles en la labor docente, ya que son instancias reflexivas para él y la docente con su práctica docente ligado a los logros obtenidos por el estudiantado (Gessa, 2011), y con ello es posible redefinir las estrategias de aprendizaje a utilizar, para potenciar aquellos aprendizajes no logrados, definir las instancias de apoyo al estudiantado y tomar decisiones de manera oportuna. El

definir una estrategia de evaluación, seleccionando con ello los instrumentos que se utilizarán, requiere por parte del docente un estudio previo con respecto a los objetivos de aprendizaje propuestos en la planificación, como también considerar todos los aspectos contextuales del estudiantado, identificando el nivel de progreso de este. En consecuencia, el docente debe manejar diversos instrumentos y técnicas evaluativos, para ampliar la evaluación desde diversos ámbitos del conocimiento y no acotarlo a ciertas habilidades, aptitudes o valores de manera particular y desintegrada.

Si el enfoque de la evaluación se encuentra en la formación del estudiantado de manera integral, se es adecuado recolectar, analizar y sintetizar la información entregada por el estudiantado obtenida a través de la práctica pedagógica, para con ello mejorar el aprendizaje del estudiantado y la labor docente.

2.6.1 Lista de cotejo

La lista de cotejo es un instrumento de evaluación, el que presenta una estructura del registro de la ausencia o presencia de un rasgo, conducta o secuencia de acciones determinadas desde un comienzo (SENCE, s.f.). Este tipo de instrumento evalúa el desempeño como realizado o no realizado, es decir utiliza la verificación de una actividad a desarrollar. El fin de este instrumento es evaluar el proceso de enseñanza y aprendizaje con indicadores definidos, por lo que el estudiantado se hace consciente del proceso de aprendizaje, mediante el planteamiento de los objetivos esperados, es por ello que él o la docente al momento de poner en práctica este instrumento evaluativo, debe tener en claro el objetivo de aprendizaje el cual se quiera lograr, mediante la actividad a realizar por el alumnado, además de un correcto análisis de la secuencia de las tareas a abordar, para que estas se encuentren en congruencia con el objetivo de aprendizaje y de las habilidades y actitudes que se quiera que él o la estudiante desarrolle.

2.6.2 Rúbrica

La rúbrica corresponde a un instrumento de evaluación con base a indicadores que permiten situar el grado de desarrollo de los conocimientos, habilidades y actitudes.

La principal finalidad es compartir los criterios de efectuar las tareas de aprendizajes y de evaluación entre el estudiantado y con él o la docente.

Por otro lado, la rúbrica se presenta como un instrumento para evaluar tareas auténticas, muestra las expectativas que los integrantes del proceso enseñanza aprendizaje tienen sobre la actividad, la cual es gestionada a través de diferentes niveles de cumplimiento. Además, este instrumento favorece en la evaluación competencias, ya que permite dividir tareas complejas

en tareas más simples distribuidas de manera gradual y operativa. Debido a los diferentes indicadores de evaluación presentes en la rúbrica, el estudiantado es consciente de su aprendizaje y cuál es el máximo nivel alcanzable en la actividad a desarrollar.

Este tipo de instrumento, permite identificar (desde un comienzo y durante todo el proceso) los criterios que se evaluarán de manera formativa y continuada en todo el proceso, reduciendo con ello la subjetividad que podría generar el producto generado en el proceso de aprendizaje y el que se evaluará, desde ese punto una potencial utilización de este tipo de instrumento es que permite que docentes de diferentes áreas puedan coordinar y compartir criterios de evaluación, impulsando el trabajo interdisciplinario entre docentes de diferentes áreas (Alsina, 2013). De este modo la práctica de este tipo de instrumento proporciona una retroalimentación directa y enmarca el proceso dentro de los estándares evaluativos, entregando de inmediato los resultados de desempeño que con antelación se conocen por el instrumento de evaluación.

2.6.3 Coevaluación y Autoevaluación

En la última década, se han desarrollado diversas estrategias evaluativas, de las cuales emergen los procedimientos de “evaluación alternativa” (Álvarez 2008, citado en Gessa, 2011), las que se realizan a través de tareas reales, unido a la evaluación del aprendizaje que involucra directamente al estudiantado, convirtiéndolo en jurado del proceso evaluativo. Este tipo de proceso evaluativo podría lograr estimular el aprendizaje del estudiantado, con respecto a la autorregulación que este tenga dentro de su propio proceso de aprendizaje.

Algunas herramientas evaluativas que se enmarcan en la incorporación del estudiantado son la autoevaluación y la coevaluación. Siendo la autoevaluación, definida por la Real Academia Española (2003) como “la evaluación que alguien hace de sí mismo o de algún aspecto o actividad propios”, es decir, que el estudiantado realiza una reflexión sobre su desempeño frente a una tarea, este tipo de herramienta evaluativa se fomenta en la educación de ciudadanos responsables y conscientes de su proceso de aprendizaje (Calatayud, 2008).

Por otro lado, la coevaluación se define como la evaluación del desempeño a través de la observación y determinación entre los pares de estudio. Este tipo de herramienta de evaluación propone que el estudiantado tome el rol de evaluador de los conocimientos adquiridos por sus pares. Este nuevo rol, presenta una retroalimentación diferente para el estudiantado, el que lleva a la reflexión constante de sus habilidades y actitudes frente a una tarea, que busca y podría, potencialmente, a incurrir en una mejora del aprendizaje del estudiantado, ya que lo hace consciente frente a su propio aprendizaje, siendo observado por sus pares. Por lo tanto, la evaluación propone al estudiantado el rol de participante activo de su propio proceso de aprendizaje y el de sus pares, a través de juicios críticos sobre el trabajo de otros (Ucha, 2010).

2.7 Educación en NyN

Es importante que los ciudadanos estén informados acerca de los beneficios y riesgos de la NyN, es por esto que la divulgación y la educación en NyN se han convertido en factores relevantes para la implementación y desarrollo de la NyN (Bonazzi 2010, citado en Gómez 2012).

Por otra parte, existen diversos estudios realizados en diferentes países sobre la enseñanza de la Nanotecnología y su aplicación en el aula. En Latinoamérica, Argentina ha sido uno de los países propulsores al implementar contenidos relacionados con NyN, al impulsar carreras universitarias ligadas a ese ámbito, como también la creación de la Fundación Argentina de Nanotecnología (FAN) y la fundación el año 2007 del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación.

En el ámbito escolar, se han impulsado visitas periódicas a centros y laboratorios de distintas universidades (ligados al rubro de la NyN). En el año 2017, se llevó a cabo una nueva edición del concurso “Nanotecnólogos por un día”, el certamen en el que estudiantes secundarios tuvieron la posibilidad de viajar y conocer prestigiosos laboratorios y empresas nano de Argentina, para concursar, los estudiantes deberán realizar un video de máximo 3 minutos de duración en el cual tendrán que plantear una idea proyecto que implique el uso de nanotecnología y presentarlo a través del sitio web del concurso, organizado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación.

Otro país que incluye en la enseñanza la NyN es Brasil, el cual cuenta con un proyecto llamado Iefenano-ifsp, que tiene los siguientes objetivos:

1. Implementar metodologías activas de enseñanza aprendizaje basadas en temas relacionados con Nanociencia y Nanotecnología, fortaleciendo puentes entre las producciones de la academia y de la sociedad en general.
2. Usar y promover la formación inicial de los educadores en NyN, en colaboración con las escuelas públicas de educación básica.
3. Fomentar el uso de nuevas TIC en la enseñanza.
4. Promover eventos científicos con el objetivo de difundir la ciencia.
5. Producir materiales educativos de bajo costo orientados en la enseñanza de NyN.

Dentro del proyecto se realizan semanas dedicadas a NyN en escuelas de educación secundaria. Esta semana tiene como fin la búsqueda de la inserción laboral de NyN y la

demostración de sus vínculos como otros temas actuales de la física moderna y contemporánea. Este proyecto tiene los siguientes momentos estructurados:

I- Revisión de la literatura y el estudio de los referenciales teóricos dedicados al abordaje de tópicos de Nanociencia y Nanotecnología en la educación básica

II- Observación de clases del profesor supervisor en la escuela vinculada y la elaboración de las inserciones y secuencias didácticas

III-Realización de las actividades y del proceso de evaluación junto con la recopilación y análisis inicial de los datos.

Además, se realizan talleres sobre NyN en donde se confeccionan nanoestructuras de bajo costo para uso de profesores.

Por otro lado, respecto a los países europeos, se encuentra España. La Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) en el año 2009 desarrolló una unidad didáctica de NyN para el apoyo del estudiantado de secundaria. Dicha unidad consta de nueve capítulos. La mayoría de las actividades de divulgación realizada en este país se encuentra dirigida para estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria (E.S.O) y Bachillerato, es por eso que el Museo Nacional de Ciencia y Tecnología en el año 2013 desarrolló el Taller “Explorando el Nanomundo” dirigidos a estudiantes de 8 y 11 años. La finalidad del taller es que los y las participantes adquieran conocimientos sobre la Nanotecnología y aplicaciones mediante el desarrollo de actividades.

2.8 Currículum chileno y cómo potenciarlo con NyN

De acuerdo a los ajustes realizados en el Currículum nacional, se presentan las Bases Curriculares de Ciencias Naturales como una oportunidad para que el estudiantado pueda desarrollar de manera integrada los conocimientos, habilidades y las respectivas actitudes de la asignatura. Además, se busca promover la comprensión de los Objetivos de Aprendizaje de ejes temáticos, adquirir de manera progresiva las habilidades de investigación y las actitudes científicas. Sin embargo, estos objetivos se logran integrando las disciplinas científicas y dejando de enseñarlas-aprenderlas por separado (MINEDUC, 2015).

Es por esto que la NyN surge como una potencial ayuda para el Currículum Nacional, en la transición hacia una visión de las ciencias integradas. Pues, al incluir las NyN en el Currículum, se presenta como una posible solución en relación al interés del estudiantado en las áreas de Ciencias y Matemática, y en los contenidos que son percibidos como difíciles por parte de la población estudiantil. Esto es posible a través de la interconexión entre los contenidos llamativos para el estudiantado con las disciplinas y aplicaciones asociadas a la NyN. La integración de estas disciplinas en las salas de clases podría facilitar el despertar de los talentos

latentes del estudiantado, desarrollando su trayectoria de aprendizaje en un currículo más flexible y resumido.

No obstante, la enseñanza de NyN necesita que el docente abandone su posición de educador tradicional para transformarse en un facilitador del aprendizaje de sus estudiantes. Esto requiere de conocimientos disciplinarios de la NyN y a la vez de un dominio de metodologías adecuadas para transformar al estudiantado en protagonista de su propio aprendizaje y desarrollar habilidades relacionadas al pensamiento crítico, análisis e interpretación, creatividad, colaboración y comunicación.

Por otro lado, existe una necesidad en la educación en ciencia de contextualizar y aplicar el contenido, con la finalidad de vincular los contenidos aprendidos en cada entorno del estudiante y así otorgar un significado al aprendizaje. Este cambio se puede realizar mediante la alfabetización científica basada en NyN, la cual permite cerrar la brecha de conocimiento para educar en el trabajo y avance de Nanotecnologías (Toumey y Baird, 2006)

Capítulo 3: Marco Metodológico

En el presente capítulo se dan a conocer los aspectos metodológicos de la ejecución de la propuesta didáctica. Inicialmente se presenta la estructura de la propuesta metodológica diseñada, especificando los contenidos de NyN a abordar, como la unión de dichos contenidos con el plan curricular establecido por el MINEDUC. Luego se presentan los conocimientos previos en que se basa la implementación para cada una de las disciplinas en las que se desarrolla la propuesta didáctica, además de los objetivos de aprendizajes establecidos por el currículum y los resultados de aprendizaje para NyN.

La propuesta didáctica consta además de las actividades diseñadas y planteadas que se enfocan en los objetivos para NyN, es por ello que en un apartado se especifique las actividades para NyN diseñadas para cada una de las disciplinas que la componen, además del proyecto que enmarca la secuencia didáctica llamado “una revolución nano industrial”. Se especifica el análisis que se realizó frente a las diferentes teorías constructivistas en que se basa la propuesta didáctica en las diferentes actividades diseñadas.

Finalmente, se especifica el proceso de validación del material, los participantes de cada disciplina y los expertos en NyN que aportaron en el proceso de validación de la propuesta.

3.1 Estructura de la propuesta didáctica

La presente propuesta didáctica, está diseñada de tal forma que se aborde de manera secuencial y progresiva, con un total de 10 horas pedagógicas divididas en las cuatro disciplinas escolares, de tal forma, que los contenidos curriculares sean complementados y reforzados con la propuesta.

Además, como se mencionó con anterioridad, la propuesta se encuentra basada en el enfoque STEAM, donde el tópico de ciencia se encuentra abordada por las ciencias escolares (física, química y biología), el aspecto tecnológico es un tópico común abordado por las cuatro disciplinas, ingeniería y arte se encuentran vinculados al proyecto final diseñado por el estudiantado y Matemática se encuentra abordado en las respectivas clases de esta disciplina. Es importante señalar, que en la propuesta no se declaran como temas propios los tópicos (ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemática), más bien se derivan de los contenidos seleccionados para la propuesta.

Los contenidos de la propuesta didáctica se presentan en la tabla 3.1:

| Matemática | Física | Química | Biología |
|---|--|-----------------------------|---|
| Contenidos de la propuesta | | | |
| Nanoescala. Conceptos básicos | Comportamiento y movimiento de las nanopartículas. | Nanoestructuras de carbono. | Beneficios y riesgos de Nanociencia y Nanotecnología. |
| Tiempo destinado por disciplina en horas pedagógicas | | | |
| 4 horas | 2 horas | 2 horas | 2 horas |

Tabla 3.1: Contenidos y tiempo destinado para la propuesta didáctica. Elaboración propia.

Los contenidos fueron seleccionados, principalmente, para abordar los conceptos básicos para comprender la NyN. Otro factor influyente a la elección de los contenidos corresponde a las unidades donde se imparten con la finalidad de poder articular las disciplinas de Ciencias y Matemática.

La propuesta didáctica diseñada, comienza con la implementación de la disciplina de Matemática (ver figura 3.1), se inicia con la clase N°1, donde se abordan conceptos básicos de NyN, haciendo un énfasis en aquellos contenidos que son difíciles para el estudiantado, como por ejemplo la escala nanométrica, debido a que no es una escala visible. Es por ello, que se realizan diversas actividades para que el estudiantado logre reconocer el mundo nanométrico y sus dimensiones, comparando objetos de diferentes tamaños para que el estudiantado pueda reconocer la necesidad de la NyN y las diversas aplicaciones que se encuentran en el diario vivir. Junto con esta clase se informa al estudiantado el proyecto interdisciplinar en que se desarrollará la propuesta, haciéndole entrega de la guía del proyecto interdisciplinario: “una revolución nano industrial”, además de realizar una pequeña motivación sobre NyN, se definirán los grupos de trabajo y los roles de cada integrante. La finalidad de este espacio es que se presenten los métodos evaluativos, como también presentar la problemática para lo que se desarrolla el proyecto.

Luego desde la clase N°2 de la disciplina de Matemática, se realizan diferentes asesorías desde las asignaturas integradas, las que aportaran el contenido teórico, en el que el estudiantado respaldará el proyecto, es por ello, que luego de cada clase implementada, estos deben incorporar los contenidos en el desarrollo de su bosquejo.

Específicamente en esta clase, se abordará el contenido de forma general e introductoria de los conceptos esenciales de NyN, a través de una actividad ligada a la asignatura que la presenta.

Siguiendo con las asesorías realizadas por cada disciplina, en la clase de Física, a partir de actividades ligadas a cómo se mueven las macropartículas se presenta el concepto de movimiento browniano, con el fin de comprender el movimiento aleatorio de las nanopartículas y cómo este movimiento se ve afectado por la temperatura.

A continuación, en la clase de Química, se refuerzan los contenidos de las macroestructuras de carbono, para luego introducir las nanoestructuras de carbono para que el estudiantado pueda comprender cómo estas adquieren diferentes propiedades a comparación de las macroestructuras.

La última asesoría realizada, es en la disciplina de Biología, donde se dan a conocer riesgos y beneficios que puedan surgir en el ser humano al manipular genéticamente los organismos, en conjunto a la utilización de nanopartículas, para luego presentar algunos ejemplos de objetos de la vida cotidiana que contienen nanopartículas.

Finalmente, y luego de la implementación de las clases diseñadas de cada disciplina, el estudiantado define el bosquejo de un producto que contenga nanopartículas o nanomateriales, el cual se presentará en los espacios pertinentes que disponga el establecimiento educativo, lo que puede ser en dos recreos. Este es el momento de la finalización del proyecto y la presentación de los resultados, por lo que los docentes que participaron del proyecto a través de las asesorías evaluarán al estudiantado a través de la presentación de los proyectos finalizados.

A continuación, se presenta, en la Figura 3.1, la secuencia en que se abordarán los contenidos anteriormente mencionados, haciendo énfasis en el tiempo de realización y etapa de proyecto en que cada uno estará abordada.

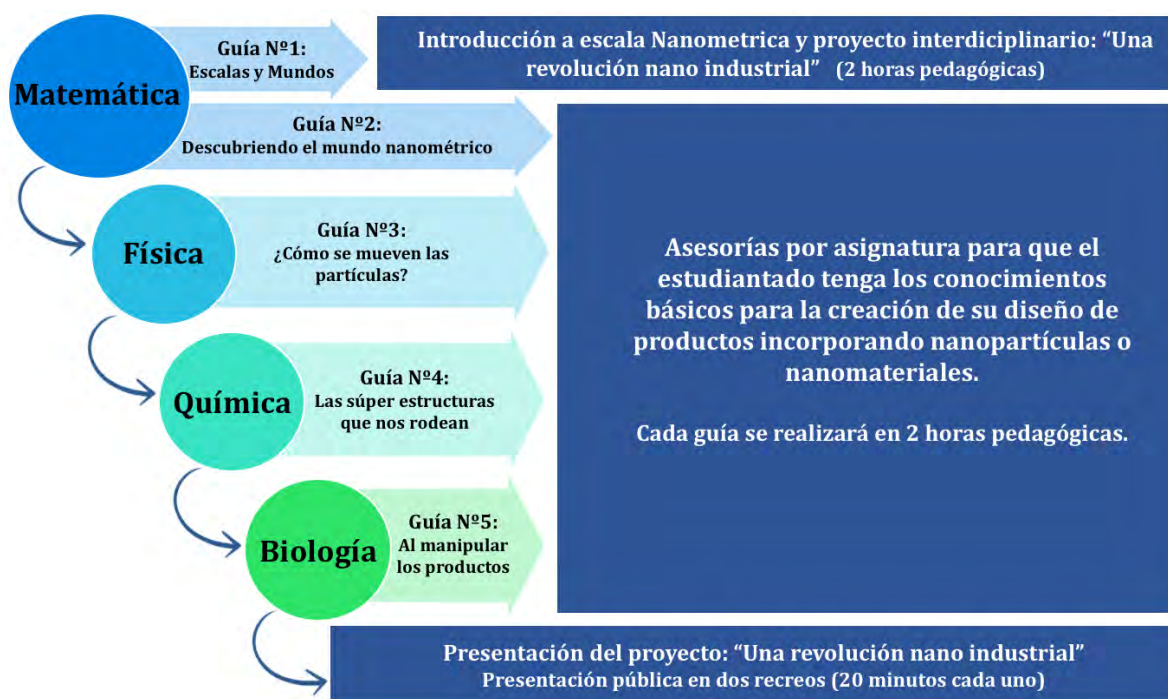


Figura 3.1: Contenidos y tiempo destinado para la propuesta didáctica. Elaboración propia.

3.2 Conocimientos previos para la enseñanza de NyN

Para la enseñanza de NyN es necesario ciertos contenidos previos que el estudiantado debe tener para introducir los nuevos conceptos. Los contenidos previos requeridos, son adquiridos en años anteriores en diversas disciplinas cursadas por el estudiantado.

| Matemática | Física | Química | Biología |
|---|--|---|-----------------------------|
| Conocimientos previos | | | |
| Potencia de base racional y exponente entero. | Movimiento Desplazamiento Velocidad Calor y temperatura | Propiedades periódicas de los elementos | ADN información genética |

Tabla 3.2: Conocimientos previos establecidos en el currículum nacional. Elaboración propia.

Los conocimientos previos se encuentran además indicados para que el docente los tenga presente al momento de realizar la implementación de las actividades diseñadas. Esto conocimientos previos están incluidos en las guías del docente correspondiente a cada disciplina (apéndice 2, 3, 4 y 5).

Además de estos conceptos requeridos establecidos en el currículum nacional, se requieren de conceptos específicos para la propuesta, debido a que esta se encuentra diseñada para ser implementada en el segundo semestre de segundo año medio.

3.3 Resultados de aprendizaje para NyN

Para incorporar contenidos de NyN paralelamente con los contenidos establecidos en el currículum, es necesario proponer resultados de aprendizaje para NyN dentro de un diseño de articulación curricular con el propósito de que al finalizar la implementación de la propuesta didáctica se pueda medir los resultados de los objetivos de aprendizajes declarados. A continuación, se presenta en la tabla 3.3, los objetivos de clase para NyN, los cuales se esperan lograr a través del estudio de los contenidos de la tabla 3.2:

| Matemática | Física | Química | Biología |
|--|---|--|---|
| Resultados de aprendizajes para NyN | | | |
| 1. Reconocer la escala nanométrica y sus dimensiones comparando objetos de distintos tamaños 2. Identificar conceptos esenciales de Nanociencia y Nanotecnología. | Comprender el movimiento de las nanopartículas en un fluido y cómo se ve influenciado por la temperatura. | Conocer las diversas nanoestructuras de carbono y sus principales propiedades. | Analizar los riesgos y beneficios de la Nanociencia y Nanotecnología para la salud. |

Tabla 3.3: Resultados de aprendizajes para NyN. Elaboración propia.

Cada resultado de aprendizaje para NyN se encuentra relacionado con los objetivos de clase planteados en las guías del estudiantado.

A continuación, se presentan los objetivos de cada guía, separados por disciplina.

Matemática:

Guía 1: Escalas y mundos. De lo más grande a lo más pequeño

- Identificar la escala nanométrica.
- Aplicar el concepto de escalas para su acercamiento al mundo nanométrico.

Guía 2: Descubriendo el mundo nanométrico

- Familiarizarse con algunos de los conceptos esenciales asociados a la Nanociencia y Nanotecnología.

Física:

Guía 1: ¿Cómo se mueven las partículas?

- Distinguir el movimiento de las partículas a escala nanométrica.

Química:

Guía 1: Las superestructuras que nos rodean

- Identificar al carbono como componente clave en la formación de estructuras complejas.
- Distinguir las nanoestructuras de carbono, sus propiedades y aplicaciones.

Biología:

Guía 1: Al manipular los productos

- Identificar los riesgos y beneficios de nanoproductos bajo el contexto de la manipulación genética

3.4 Actividades de la propuesta didáctica

En la propuesta se exponen diversas actividades, diseñadas para que el estudiantado se relacione con los contenidos de la tabla 3.3, de tal forma que los contenidos y las dificultades se encuentran de manera progresiva. Las guías con las actividades diseñadas, se presentan separadas por cada área disciplinar según: Matemática (apéndice 2), Física (apéndice 3), Química (apéndice 4) y Biología (apéndice 5).

3.4.1 Matemática

La disciplina de Matemática tiene como finalidad introducir y contextualizar al estudiantado en el mundo de la NyN.

Guía 1: “Escalas y mundos. De lo más grande a lo más pequeño”.

En la actividad inicial: El traje de Ant-man, se propone al estudiantado que, a partir de las cualidades del traje de este personaje, se sitúen en diversas escalas y propongan ejemplos de organismos u objetos presentes en estas. La finalidad de esta actividad es que a partir del aumento y reducción de un factor 1000 de tamaños, el estudiantado llegue a la escala nanométrica y pueda introducirse en ella. Para ello, se explica en qué consiste el mundo nanométrico y se expone un esquema, el cual presenta los diversos mundos con respectivos ejemplos.

Luego, se propone una actividad final: No sólo Ant-man se acerca al mundo nanométrico. En dicha actividad se le plantea al estudiantado una situación sobre el traje de Iron Man, el cual está constituido por nanopartículas. Se le pregunta al estudiantado por qué creen que Tony Stark decidió usar estas partículas en su traje. El propósito de esta pregunta es introducir al estudiantado a las siguientes clases, en las cuales se verán aplicaciones y propiedades de algunos nanomateriales.

Finalmente, se presenta el proyecto interdisciplinar llamado “Una Revolución nano industrial” donde el estudiantado deberá desarrollar de forma colaborativa. Para ello, inicialmente se presenta un video en el cual se explican algunos conceptos básicos de Nanociencia y Nanotecnología, además de sus aplicaciones. El proyecto tiene por objetivo que el estudiantado pueda crear una propuesta de un producto que incorpora Nanotecnología para aplicar principios básicos de esta rama de conocimientos, a partir de los contenidos ya vistos durante el año escolar.

Se presentan las instrucciones generales del proyecto, las respectivas etapas y la evaluación del proyecto.

Guía 2: “Descubriendo el mundo nanométrico”.

En esta guía se le presenta al estudiantado una actividad llamada “alfabeto nano”, la cual consiste en que a partir de un alfabeto cifrado en potencias de base 10 puedan descifrar palabras relacionadas a la NyN, que se verán en las siguientes clases, como, por ejemplo, nanomateriales y sus principales propiedades. Posteriormente, se les pide que busquen de manera grupal la definición de cada palabra encontradas, para finalmente compartir lo encontrado en un plenario con el curso.

3.4.2 Física

Guía 1: “Como se mueven las partículas”

En esta guía se le presenta al estudiantado una serie de actividades relacionadas con el movimiento browniano de las partículas. Inicialmente se propone una actividad, donde se recogen las ideas previas del estudiantado acerca del movimiento aleatorio. Posteriormente, se

plantea la actividad N°1: ¡Frío, frío...Caliente, caliente!, en la cual el docente deberá realizar un experimento demostrativo sobre el comportamiento de las partículas de tinta en diferentes medio, como lo es el agua fría y caliente. Previamente a la demostración experimental, se le solicita al estudiantado que realicen algunas predicciones referentes a cómo será el movimiento de las partículas de la tinta en el agua, para que luego puedan verificar dichas predicciones una vez realizada la demostración.

Luego, se propone la actividad N°2: ¿Qué clase de movimiento es ese?, donde se expone una simulación en GeoGebra considerando el movimiento de las nanopartículas al variar la temperatura. Al igual que en la actividad anterior, antes de que el docente comienza a manipular el simulador, se le pide al estudiantado que responda preguntas previas que consideran sus predicciones. La idea de esta actividad es que el estudiantado pueda distinguir el movimiento de las nanopartículas en un fluido y cómo este se puede ver influenciado por el camino de la temperatura.

Finalmente, se propone una actividad para que el estudiantado pueda aplicar lo aprendido. Para ello, se plantea una situación acerca de un producto que utiliza nanopartículas biocidas, preguntándoles qué sucede con las nanopartículas del producto si este se expone al sol por un tiempo prolongado.

3.4.3 Química

Guía 1: “Las superestructuras que nos rodean”

En esta guía se proponen una serie de actividades para que el estudiantado pueda identificar al carbono como componente clave en la formación de estructuras complejas y que puedan distinguir las nanoestructuras de carbono, sus propiedades y aplicaciones. Para ello, se propone una actividad inicial: “La despistada Frost” donde se explica una situación sobre este personaje y se realizan preguntas sobre las propiedades que puede adquirir al convertir su cuerpo en diamante y en grafito.

Posteriormente, se presenta la actividad N°1: Uniendo las piezas. La finalidad de esta actividad es que el estudiantado pueda identificar a partir de los contenidos vistos durante el año escolar, las estructuras y la hibridación del grafito y del diamante y se les pregunta las principales diferencias de estas dos estructuras. Se explica el papel que juega la hibridación y se les pregunta si conocen otras formas alotrópicas del carbono.

Luego se presenta la actividad N°2: Propiegrama. En esta actividad el estudiantado deberá en forma grupal completar un crucigrama que tiene como palabras incógnitas propiedades de estructuras de carbono. Posteriormente, se les presenta las diversas propiedades de los

fullerenos, grafeno, nanodiamante y nanotubos de carbono. En la actividad N°3: Cada oveja con su pareja, la cual consiste en una serie de tarjetas que describen nanoestructuras y estructuras de carbono con sus respectivas aplicaciones y propiedades.

3.4.4 Biología

Guía 1: “Al manipular los productos”

Esta guía comienza con una actividad introductoria, en la cual se presenta al superhéroe de Marvel, el capitán américa, donde sus súperpoderes son producto de una manipulación genética.

En la actividad N°1: “Los súper portadores”, se presenta un boletín sobre los alimentos nanopartículas lipídicas para terapia génica, donde el estudiantado deberá responder a partir de este, cuáles son los riesgos y ventajas de incorporar nanopartículas.

Posteriormente, en la actividad N° 2: “Una nueva generación de productos”, se presentarán algunos productos cotidianos que utilizan nanomateriales, de manera que el estudiantado sepa que convive con este tipo de productos día a día, además que se presenta las diversas áreas en que estos productos se encuentran.

Luego, en la actividad N°3: “El uso responsable de la Nanotecnología”, se presenta un segundo boletín, el cual consiste en los riesgos desconocidos que pueden presentar los productos que contengan nanomateriales, a partir de esto, del estudiantado deberán responder las preguntas relacionadas a los riesgos que puedan presentar, con el fin de hacer consciente al estudiantado de los riesgos que estos productos puedan conllevar.

Posteriormente se presenta una actividad final: apliquemos lo aprendido, en la cual se presenta una situación acerca del capitán américa y del suero experimental, donde se les solicita al estudiantado que respondan las ventajas y riesgos al utilizar fármacos y el suero experimental transportado por nanopartículas.

3.4.5 Proyecto “Una revolución nano industrial”

El objetivo general de la propuesta didáctica es que el estudiantado logre generar un bosquejo de un producto que esté conformado por nanopartículas o nanomateriales y que solucione una problemática social. Es por ello, que, al haber finalizado todas las clases, las cuales consisten en guías con actividades que asocian los contenidos vistos en cada disciplina con los contenidos de NyN, el estudiantado deberá llevar a cabo el proyecto “Una revolución nano industrial”, donde deberá sustentar el diseño del producto a través de los contenidos.

El proyecto consiste en tres etapas, tal como se indica en la Figura 3.2:

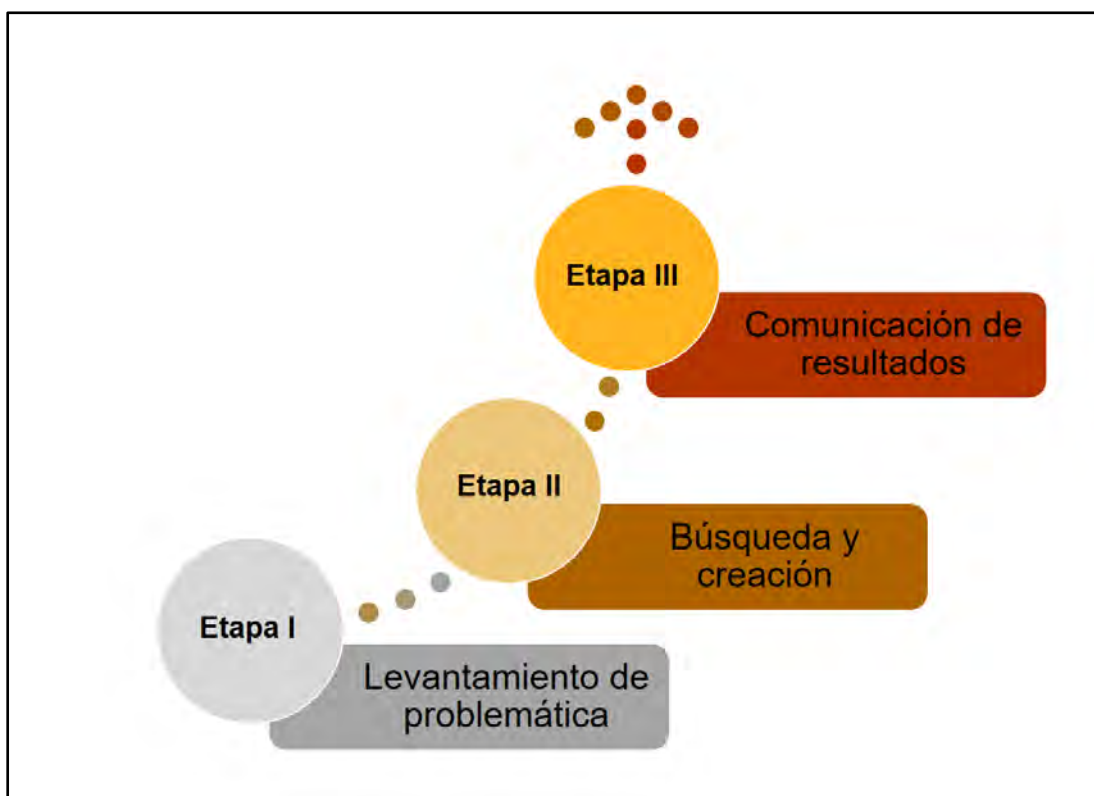


Figura 3.2: Etapas del proyecto interdisciplinar. Elaboración propia.

Etapa I: Levantamiento de problemática. Esta etapa comienza con las clases de Matemática, se realiza la introducción del proyecto, se arman los grupos de trabajo y se plantea la problemática a trabajar, la cual consiste en elaborar un bosquejo de un producto que contenga nanopartículas o nanomateriales y que pueda solucionar algún problema a la sociedad.

Etapa II: Búsqueda y creación. Esta etapa se desarrolla en las clases de Física, Química y Biología, en las que se realizan asesorías del contenido según cada disciplina. Obteniendo toda la información necesaria, se da paso a la creación de la propuesta del producto. Esta etapa es crucial para adaptar los contenidos vistos con el objetivo final del proyecto.

Etapa III: Comunicación de resultados. En esta etapa se realiza la presentación del proyecto terminado, donde el estudiantado deberá promocionar el proyecto en un tipo de feria, donde cada grupo tendrá su propio stand. Además, deberán elaborar un afiche y un tríptico, el cual deberá incluir la integración de las disciplinas y la explicación del funcionamiento del producto, usando un lenguaje científico para respaldarlo.

3.5 Base teórica de la propuesta

A partir de las teorías constructivistas, surge la necesidad de crear una propuesta didáctica que se aproxime a los procesos de andamiaje entre el docente y el estudiantado, la discusión de significados y la construcción en conjunto de los conocimientos, destacando así la importancia de los agentes educativos, donde deberán realizar prácticas pedagógicas basadas en la

mediación, atender las necesidades del estudiantado y del contexto en que se desenvuelven. El 68,7% de las actividades son individuales mientras que el 31,3% de las actividades diseñadas son de forma grupal. No obstante, las actividades grupales requieren de mayor tiempo y de nivel cognitivo por parte del estudiantado, promoviendo el trabajo colaborativo, entendiendo que el estudiantado pueda expandir su zona de desarrollo potencial mediante la ayuda de algún par.

Por otro lado, las actividades de la propuesta tienen como base los saberes y experiencias previas vividas por el estudiantado en su propio contexto. Además, se considera los conocimientos previos vistos durante el año escolar, ya que a partir de estos el estudiantado podrá ser capaz de conectar y asimilar los nuevos saberes (contenidos de NyN) con los anteriores (contenidos curriculares), creando así un nuevo significado.

La propuesta didáctica se encuentra focalizada en las operaciones formales, realizando actividades de lo concreto a lo abstracto, esto implica que pueden realizar cálculos matemáticos, pensar creativamente, usar el razonamiento abstracto, e imaginar el resultado de acciones particulares.

Con el propósito de vincular la visión sociocultural, el estadio de las operaciones formales con el aprendizaje significativo, se plantea la propuesta didáctica, la cual tiene como punto de partida motivar al estudiantado a conocer la Nanociencia y la Nanotecnología, situándolos en escenarios relacionados a su propio contexto, proponiendo actividades que contengan relevancia cultural, incluyendo ejemplos analogías discusiones y demostraciones que sean relevantes. Además, se proponen actividades enfocadas en una dimensión de actividad social, las cuales promueven una participación del estudiantado en un contexto social y colaborativo de solución de problemas, con ayuda del docente como mediador.

A continuación, se exponen las estrategias utilizadas en la propuesta para abordar el aprendizaje significativo basándose en el aprendizaje situado y experiencial, enfocándose en el desarrollo de la capacidad reflexiva, crítica y en el pensamiento operacional:

- Actividades centradas en la solución de problemas auténticos.
- Análisis de casos.
- Método de proyecto.
- Actividades situadas en escenarios reales.
- Trabajo en grupos colaborativos.
- Simulaciones situadas

3.6 Descripción de la propuesta didáctica

A través de la presente propuesta didáctica se espera que mediante la enseñanza de NyN el estudiantado pueda conocer una ciencia de frontera, la cual cuenta con varias áreas de aplicaciones. Se pretende involucrar al estudiantado en la NyN a través de las disciplinas de Física, Química, Biología, en un trabajo colaborativo e interdisciplinario con la disciplina de Matemática; el aporte de cada una de estas disciplinas enriquece los contenidos que se pretenden abordar con la propuesta, logrando crear un modelo general de los aspectos más relevantes con la NyN.

Para implementar la propuesta didáctica se escogió el nivel de segundo año medio, en donde se aplicará al final del segundo semestre, a modo de poder reforzar contenidos a partir de las NyN.

Como se menciona en el apartado 3.1 la propuesta didáctica tiene como finalidad la realización de un proyecto, donde todos los contenidos abordados en la propuesta didáctica permitirán al estudiantado elaborar un bosquejo de un nanoproducto que solucione alguna problemática.

Por otra parte, las decisiones tomadas para la elaboración del material fueron realizadas luego de analizar y revisar los aspectos presentados en la Figura 3.3 de tal manera, que las actividades cumplieran con el objetivo de la propuesta.

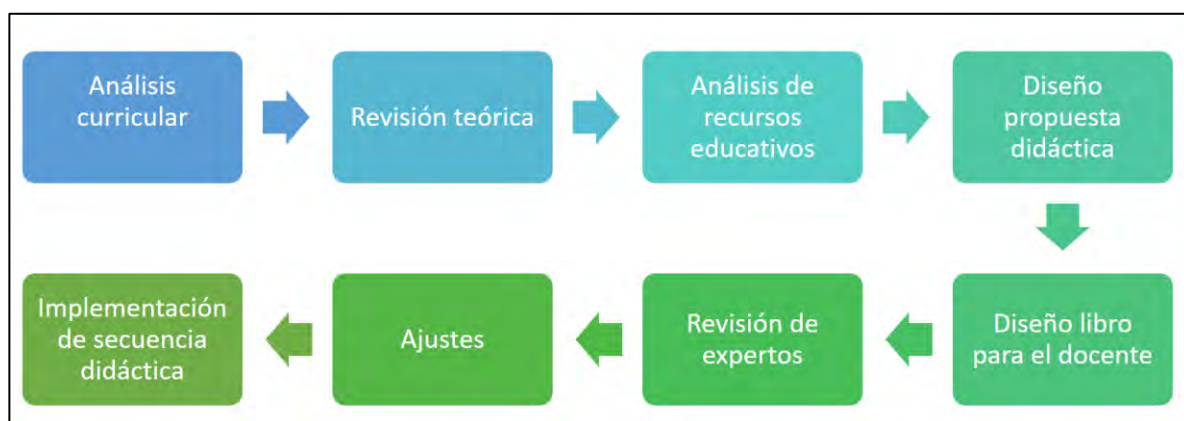


Figura 3.3: Etapas del diseño de la propuesta didáctica para NyN. Elaboración propia.

En primer lugar, se hace análisis de los aspectos curriculares para introducir los contenidos de NyN, seleccionando diversas unidades vistas durante segundo año medio en las cuatro disciplinas, para llevar a cabo la interdisciplinariedad.

Posteriormente, se realiza una revisión teórica sobre la enseñanza de NyN en diferentes países. Luego se seleccionaron los recursos educativos y estrategias didácticas para un

aprendizaje colaborativo y para trabajar con los contenidos de NyN; debido al enfoque que enmarca la propuesta didáctica, este proceso de selección de estrategias didáctica resulta trascendental, para la elaboración final de la propuesta, ya que estas estrategias deben mantener un enfoque interdisciplinar y estar orientadas al proyecto final.

Paralelamente, a la selección de estrategias pedagógicas, se realizó la elaboración de los recursos educativos: guías, videos, rúbricas de evaluación y presentaciones. Cada disciplina será abordada a través de una guía para el estudiantado. En general cada una de estas guías registra una actividad inicial, una actividad orientada a los contenidos previos o vistos en cada una de las disciplinas, una actividad de unión con la disciplina y finalmente una actividad de cierre que una los contenidos en NyN con los contenidos vistos. Cabe mencionar que sólo el formato de guías del estudiantado para la disciplina de Matemática varía en relación a las otras disciplinas, ya que es esta disciplina la encargada de introducir los contenidos de NyN al estudiantado.

La propuesta didáctica fue diseñada de esta manera con el fin de mantener una uniformidad frente a la propuesta didáctica en general, esperando lograr también que el estudiantado integre y una frente a este formato las diferentes disciplinas y los contenidos en estas vistas.

Además, se utiliza a modo de introducción en la mayoría de las actividades que presenta la propuesta, la unión con personajes de ficción, basados en historietas llevadas al cine en los últimos años. Con este tipo de recurso se espera generar una unión contextualizada de los intereses del estudiantado con los contenidos vistos (en cada disciplina) y los contenidos a ser abordados.

La propuesta presenta también materiales didácticos para las actividades planteadas, el cual fue diseñado en concordancia con los contenidos a abocar. En la clase N°2 (ver apéndice 2) de Matemática se elaboraron frases para que el estudiantado encuentre frases a través de un alfabeto cifrado. En la clase N°3 (apéndice 3) de física se incluye un experimento demostrativo. Referente a Química, se elaboró una actividad llamada “propiegrama”, la cual corresponde a un crucigrama que describe las propiedades de estructuras de carbono. También se diseñó un juego didáctico llamado: “cada oveja con su pareja”, correspondiente a la guía N°4, además de una presentación sobre las nanoestructuras (utilizadas para la misma clase). Para la disciplina de Biología se diseñó una noticia relacionada con los riesgos de la utilización de nanoprodutos (basada en una noticia real), además de una presentación sobre los productos que tienen incorporado nanoestructuras o nanomateriales, y se encuentran en el mercado actual, ambos materiales son utilizados en la guía N°5 para el estudiantado.

También se adaptaron videos para ser utilizados en las diferentes actividades de la propuesta didáctica, para la clase N°1 en la disciplina de Matemática, de manera introductoria se utiliza un video, en el cual se presentan conceptos relacionados con la guía para el estudiante N°1.

Para la clase de Química fueron adaptados y modificados algunos videos para la guía para el estudiantado N°4. En un comienzo para unir los personajes de historietas utilizados con un nanomaterial, se utiliza el video: “Vibranium o grafeno”; luego se presentan tres videos que se relacionan con las nanoestructuras de carbono, donde se explican las características o aplicaciones de los “Nanotubo de carbono”, los “Nanodiamantes” y los “Fullerenos”, estos videos serán reforzados por la presentación diseñada y anteriormente mencionada.

En conjunto con las guías del estudiantado y el material diseñado, se elaboraron guías para el docente con las indicaciones necesarias para comprender los objetivos de cada actividad; se presentan las ideas claves para las respuestas de las preguntas planteadas en la guía del estudiantado y los tiempos otorgados para cada actividad. Posteriormente se elaboró el libro para el docente incluyendo el material de la propuesta didáctica. Todas las guías del estudiantado se encuentran listas para ser descargadas junto con el libro para el docente, el cual incluye sugerencia y orientaciones para la implementación, revisión por expertos y ajustes de acuerdo a los comentarios.

Posterior a la realización del diseño de la propuesta didáctica y del diseño del libro para el docente, resulta imperativo que esta sea avalada y analizada por diferentes agentes expertos en las disciplinas abordadas, ya que la retroalimentación de dichos agentes permite respaldar y ajustar la propuesta diseñada de acuerdo a los comentarios de los expertos, y que ésta esté acorde con los objetivos planteados, para una correcta implementación en el aula. Es por esto que se diseña, además, encuestas para docentes validadores, como también encuestas para expertos en NyN.

Frente a todo lo anterior mencionado, el análisis realizado para la conjugación de las actividades planteadas que logren el objetivo de la propuesta didáctica realizada, el juicio de expertos validadores, y en conjunto con el análisis y la retroalimentación entregada, vendría a ser un proceso de aprobación altamente enriquecedor de la propuesta didáctica, desde el aspecto conceptual y pedagógico, logrando con ello que la propuesta y el material didáctico diseñado sea confiable desde el punto de la aplicación e implementación de la secuencia didáctica, la cual tiene como finalidad evaluar el cumplimiento o no de los objetivos de las actividades diseñadas.

3.7 Validación de la propuesta

La validación de la presente propuesta se realizó a partir de juicio por expertos. Según Pérez y Martínez (2008), este procedimiento consiste en la opinión informada con trayectoria en el tema y que pueden dar juicios, valoraciones y evidencia.

Para realizar la validación de un contenido a través de un juicio por expertos, se debe recabar la información de manera sistemática. A continuación, se presentan los pasos que permiten organizar la información para la propuesta didáctica:

1. Definir el objetivo del juicio de expertos.
2. Seleccionar jueces.
3. Explicitar los objetivos e indicadores de las actividades que se evalúan.
4. Especificar los objetivos de las guías, actividades o evaluaciones.
5. Establecer la justificación de las actividades evaluadas y las respectivas rúbricas.
6. Diseñar encuestas o planillas para juicio de expertos.
7. Calcular la concordancia entre jueces.
8. Elaborar conclusiones del juicio que serán utilizadas para el análisis de la propuesta didáctica.

De acuerdo a los pasos mencionados, se plantean los siguientes objetivos que deben ser evaluados por el juicio de expertos, los cuales corresponden a dos grupos: expertos docentes y expertos en NyN. Esto se debe a que la NyN es un nuevo campo y los docentes no presentan la formación y experiencia, por lo que se hace necesario una revisión de expertos en el área.

- Evaluar la posibilidad de aplicación de la propuesta didáctica, en cuanto a diseño, estructura, contenido de las actividades de aprendizaje planteadas en la propuesta didáctica y el material para el docente.
- Evaluar el rigor y precisión con que son utilizados los conceptos de Nanociencia y Nanotecnología incluidos en las actividades de aprendizaje planteadas en la propuesta didáctica.

3.7.1 Participantes y muestra

Los expertos seleccionados y a cargo de la validación de la propuesta didáctica son seis expertos en educación y tres expertos en Nanociencia y Nanotecnología, como se presentan en las tablas 3.4 y 3.5.

| Expertos en educación | | | |
|-------------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Matemática | Física | Química | Biología |
| Experto 1 Ricardo González | Experto 1 Pablo Vargas | Experto 1 Pamela Mondaca | Experto 1 Alejandra Rojas |
| | Experto 2 Roberto Yáñez | | Experto 2 Claudia Soto |

Tabla 3.4: Expertos en educación. Elaboración propia.

| Expertos en Nanociencia y Nanotecnología | | |
|---|-------------------------------|----------------------------|
| Física | Química | Biología |
| Experto 1 Ricardo Elias | Experto 2 Pamela Sepúlveda | Experto 3 Elias Salcedo |

Tabla 3.5: Expertos en Nanociencia y Nanotecnología. Elaboración propia.

Los expertos en educación evaluarán aspectos de la implementación de la propuesta didáctica en el aula, como por ejemplo la ubicación curricular de los contenidos, los tiempos para cada actividad, claridad en las instrucciones y redacción.

Los expertos en NyN evaluarán la rigurosidad del uso de los conceptos involucrados en el material desarrollado. Analizando las evaluaciones de todos los expertos se realizarán modificaciones en la propuesta con el fin de mejorarla.

3.7.2 Instrumentos y procedimiento

Las encuestas y rúbricas diseñadas para la validación de la propuesta didáctica para expertos en educación se presentan en el apéndice 6 y para los expertos en NyN en el apéndice 7. Las encuestas fueron diferenciadas para cada disciplina debido a las actividades y recursos.

Las encuestas están organizadas para que los expertos evalúen cada actividad de las guías del estudiante y guía para el docente, considerando los tiempos de las actividades, objetivos de la propuesta didáctica, el abordaje de los contenidos conceptuales. Además, se incluyen algunas preguntas abiertas en relación al cumplimiento de los objetivos de aprendizaje y la interdisciplinaridad entre las disciplinas.

3.7.3 Método de análisis

El método de análisis que se realizará a los datos obtenidos a partir del juicio por experto será mediante el análisis cualitativo, debido a la naturaleza de los datos. Principalmente, se analizarán las similitudes entre las opiniones de los expertos seleccionados, para estimar la fiabilidad del juicio.

El análisis cualitativo se entiende por un proceso en el cual se organiza y se manipula la información recogida para establecer relaciones, interpretar, extraer significados y sacar conclusiones (Escobar-Pérez y Cuervo-Martínez, 2008).

Según Rodríguez (2003), el análisis de datos cualitativos se encuentra configurado por un conjunto de actividades y operaciones organizadas en relación a tres tareas admitidas en la literatura contemporánea:

1. Reducción de datos
2. Disposición y transformación de los datos.
3. Obtención de resultados y verificación de conclusiones.

Estos pasos conllevan al análisis de datos cualitativo a ser un proceso cíclico tal como se muestra en la Figura 3.4.

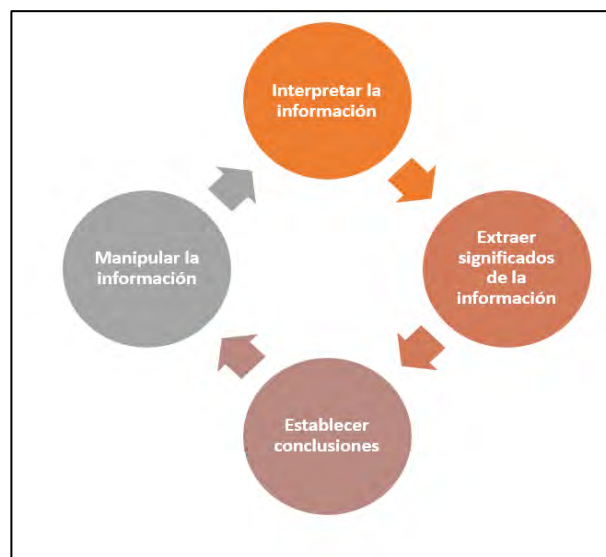


Figura 3.4: Actividades para el análisis de datos cualitativos. Elaboración propia basada en Nociones y destrezas básicas sobre el análisis de datos cualitativos (Rodríguez 2003).

Como se mencionó anteriormente, el análisis de datos cualitativos es un proceso cíclico a diferencia del proceso lineal que presenta el análisis de datos cuantitativos (Rodríguez, 2003). Esto permite al investigador descubrir que las categorías se superponen o no presentan aspectos relevantes. A partir de esto, el investigador se ve en la necesidad de comenzar con la revisión de nuevos ciclos hasta conseguir un marco de categorización resistente.

3.8 Implementación de la secuencia didáctica

Una vez consideradas las retroalimentaciones obtenidas por el juicio por experto, se procede a implementar la secuencia didáctica, con el fin de optimizar y ajustar el material diseñado.

Si bien es cierto, la secuencia didáctica se encuentra diseñada para segundo año medio y considera como conocimientos previos aquellos contenidos que se abordan en el segundo semestre del año escolar, se decidió llevar a cabo la implementación en el nivel de tercero

medio de enseñanza media. Para ello, se buscaron establecimientos educacionales que estuvieran dispuestos a otorgar el tiempo destinado para cada disciplina.

Por asuntos de tiempo y aspectos curriculares se procedió a implementar las disciplinas de Matemática, Física y Química. Respecto a la disciplina de Biología, se acordó replantear el material, a partir de los comentarios obtenidos en las validaciones a través del juicio de experto.

Capítulo 4: Resultados y conclusiones

En este capítulo se presentan los resultados y comentarios obtenidos a partir de las rúbricas de validación evaluadas por los expertos docentes y expertos en NyN. Para el análisis de datos, inicialmente se realiza una reducción de datos a partir de las rúbricas y sus indicadores para cada disciplina. Luego se realiza el análisis de las preguntas abiertas respondidas tanto por expertos docentes y expertos en NyN, para luego detallar los ajustes a considerar en la propuesta didáctica.

Posteriormente, se presenta la implementación realizada en diferentes establecimientos educacionales, de las disciplinas de Matemática, Física y Química, como también el posterior análisis realizado, según las respuestas recogidas del estudiantado de las guías diseñadas. Finalmente, y luego de un posterior análisis de la implementación, se realizan las conclusiones obtenidas, con respecto al logro de los objetivos planteados inicialmente y las proyecciones de la propuesta.

4.1 Reducción de datos

La validación de la propuesta didáctica se realizó a través de juicios por expertos, tal como se mencionó en el capítulo anterior. Con el fin de obtener los comentarios de los expertos se construyeron rúbricas, las cuales tienen indicadores que deben ser evaluados a partir de los cinco valores establecidos que va desde “completamente en desacuerdo” a “completamente de acuerdo”. Además, las rúbricas cuentan con preguntas de respuestas abiertas. Se construyeron dos rúbricas, una para expertos docentes y otra para expertos en Nanociencia y Nanotecnología (apéndices 6 y 7).

A continuación, se presentan los objetivos de cada una de las rúbricas construidas:

- Rúbrica expertos docentes (por disciplina): El objetivo principal es recoger las opiniones de los expertos docentes acerca de la metodología, la entrega de información, el uso del lenguaje y el tipo de actividades para el nivel planteado.
- Rúbricas expertos en NyN (por disciplina): El objetivo es recoger las opiniones de los expertos en NyN para obtener una visión de los aspectos técnicos de la propuesta, la rigurosidad de los contenidos y del lenguaje científico.

Para el estudio y análisis de estos datos, es necesario resumir la información entregada por las rúbricas. Es por esto, que se realizará un análisis por guía y por actividad considerando las opiniones de los expertos docentes y expertos en NyN.

En el siguiente se detallan cómo es la agrupación e interpretación de los datos obtenidos.

4.1.1 Disposición de los datos

A partir de los indicadores contenidos en las rúbricas de evaluación de los expertos docentes y expertos en NyN, las que se encuentran en el apéndice 6 y 7 para un mayor análisis, se establecen las siguientes categorías de clasificación:

Categoría I: Indicadores de contenidos y objetivos.

Estos indicadores, tanto para expertos docentes y expertos en NyN, son aquellos que permiten recoger la información acerca de los objetivos de las guías y de la propuesta didáctica.

| Validación experto docente | Validación experto en NyN |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Las actividades de la guía están de acuerdo con el objetivo de clase planteado.• Los contenidos previos facilitan el desarrollo de la actividad | <ul style="list-style-type: none">• Existe coherencia entre el objetivo de la guía y las actividades. |

Tabla 4.1: Indicadores de contenidos y objetivos tanto para expertos docentes y expertos en NyN

Categoría II: Indicadores de rigurosidad del material.

Estos indicadores son aquellos que permiten recoger la información sobre el material construido.

| Validación experto docente | Validación experto en NyN |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Las notas al docente son suficientes para comprender la actividad y la manera en que debe ser abordada.• Los materiales requeridos para el desarrollo de la actividad son accesibles.• Las páginas web utilizadas favorecen la comprensión del contenido.• Los archivos multimedia utilizados favorecen la comprensión del contenido | <ul style="list-style-type: none">• Las páginas web que se ofrecen al docente para búsqueda de información adicional son vigentes y cuentan con rigor científico o respaldo académico para manejar los conceptos requeridos en las actividades.• El material audiovisual es coherente con la información que se entrega en la guía del estudiante• El material visual es coherente con la información que se entrega en la guía del estudiante |

| | |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Las notas al docente son suficientes para comprender la actividad y la manera en que debe ser abordada. • Las definiciones de los conceptos abordados en la guía del estudiante son vigentes de acuerdo con el actual estado de conocimientos. • Las respuestas dirigidas al docente se apegan a un nivel de conocimiento básico en Nanociencia y Nanotecnología sin simplificar en exceso los términos • La información que se le otorga al docente en la guía, son vigentes y cuentan rigor científico para manejar los conceptos requeridos en las actividades |
|--|--|

Tabla 4.2: Indicadores de rigurosidad del material tanto para expertos docentes y expertos en NyN.

Categoría III: Indicadores de redacción y tiempo

Estos indicadores son aquellos que permiten recoger la información sobre la redacción y el tiempo destinado a las actividades de la propuesta.

| Validación expertos docentes | Validación expertos en NyN |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • El tiempo propuesto en el desarrollo de la actividad es suficiente para realizarla. • Las indicaciones y procedimientos propuestos en la guía son realizables. • La redacción de la actividad es clara y entendible. • El vocabulario científico utilizado es comprensible para el desarrollo de la propuesta. | <ul style="list-style-type: none"> • No aplica |

Tabla 4.3: Indicadores de redacción y tiempo tanto para expertos docentes y expertos en NyN

4.1.2 Resumen de datos

En el siguiente apartado se presentan los datos resumidos que se obtuvieron en las encuestas realizadas por los expertos docentes y expertos en NyN. Los datos se presentan en diferentes secciones, que se diseccionan de acuerdo al tipo de pregunta: indicadores, preguntas abiertas y comentarios personales de los jueces.

4.1.2.1 Datos de indicadores expertos docentes

En las tablas 4.4, 4.5, 4.6 y 4.7 se presentan el resumen de las opiniones obtenidas por los jueces docentes por categoría de indicador.

| Matemática | | |
|------------|-----------|--|
| Guía | Categoría | Resumen de la validación |
| Guía 1 | I | El experto docente se encuentra completamente de acuerdo sobre todos los indicadores de esta categoría. |
| | II | El experto docente se encuentra completamente de acuerdo sobre el material multimedia utilizado, frente a la pertinencia de las notas docentes se encuentra ni de acuerdo ni en desacuerdo y omite su valoración sobre la accesibilidad de los materiales a utilizar. |
| | III | El experto docente se encuentra completamente de acuerdo sobre el tiempo de realización de las actividades y sobre la factibilidad de la realización de actividades. Frente al vocabulario científico es claro y comprensible se encuentra de acuerdo , aunque se encuentra ni de acuerdo ni en desacuerdo frente a la redacción de las actividades. |
| Guía 2 | I | El experto docente se encuentra completamente de acuerdo sobre todos los indicadores de esta categoría. |
| | II | El experto docente se encuentra completamente de acuerdo sobre la accesibilidad de los materiales a utilizar. Frente a la pertinencia de las notas docentes se encuentra en desacuerdo . |
| | II | El experto docente se encuentra completamente de acuerdo sobre el tiempo de realización de las actividades. La factibilidad de la realización de actividades y al vocabulario científico es claro y comprensible, frente a la redacción de las actividades se encuentra en desacuerdo . |

Tabla 4.4: Resumen de validación experto docente Matemática

| Física | | |
|--------|-----------|---|
| Guía | Categoría | Resumen de la validación |
| Guía 3 | I | Todos los expertos docentes están completamente de acuerdo que los indicadores de la categoría. |
| | II | Todos los expertos están completamente de acuerdo con la pertinencia del material y los indicadores al docente. Aunque el experto docente 2, se encuentra de acuerdo sobre los sitios web utilizados en la propuesta. |
| | III | Todos los expertos están completamente de acuerdo con la redacción y el vocabulario científico es claro y comprensible, como también las indicaciones y procedimientos de la propuesta. El experto docente 2, se encuentra de acuerdo sobre los tiempos de realización de las actividades. |

Tabla 4.5: Resumen de validación experto docente Física

| Química | | |
|---------|-----------|---|
| Guía | Categoría | Resumen de la validación |
| Guía 4 | I | El experto está completamente de acuerdo con el objetivo planteado para la clase, y está de acuerdo con el indicador de contenidos previos. |
| | II | El experto está completamente de acuerdo con los indicadores de la categoría. |
| | III | El experto está completamente de acuerdo con los indicadores de la categoría. Sin embargo, está ni de acuerdo ni en desacuerdo con el tiempo propuesto para en el desarrollo de la actividad. |

Tabla 4.6: Resumen de validación experto docente Química

| Biología | | |
|----------|-----------|--|
| Guía | Categoría | Resumen de la validación |
| Guía 5 | I | Todos los expertos están de acuerdo con los contenidos previos planteados facilitan el desarrollo de la actividad, aunque el experto 2 está en desacuerdo con respecto a las actividades planteadas en relación a los objetivos de la clase planteada. |

| | | |
|--|-----|---|
| | II | Todos los expertos están de acuerdo con las páginas web utilizadas y las indicaciones al docente, mientras que el experto 2 se encuentra completamente de acuerdo con la accesibilidad de los materiales utilizados en la propuesta. |
| | III | Todos los expertos están de acuerdo con la pertinencia del vocabulario científico y con los procedimientos de las actividades. Todos los expertos están en desacuerdo con respecto al tiempo requerido para la implementación de las actividades propuestas, y se encontraron opiniones contrapuestas respecto a la claridad de las indicaciones, referentes a la redacción donde el experto 1 se encuentra de acuerdo , y el experto 2 se encuentra en desacuerdo |

Tabla 4.7: Resumen de validación experto docente Biología

4.1.2.2 Datos de indicadores expertos en NyN

En la tabla 4.8 se presentan los indicadores referidos a la globalidad de la propuesta, separados por cada categoría.

| Disciplina | Categoría I | Categoría II |
|------------|---|--|
| Física | El experto está de acuerdo con la coherencia del objetivo y la actividad planteada. | El experto está de acuerdo con la vigencia y el rigor científico de las páginas web entregadas al docente. |
| Química | El experto está completamente de acuerdo con la coherencia del objetivo y la actividad planteada. | El experto está completamente de acuerdo con la vigencia y el rigor científico de las páginas web entregadas al docente. |
| Biología | El experto está ni de acuerdo, ni en desacuerdo con la coherencia del objetivo y la actividad planteada. | El experto está ni de acuerdo, ni en desacuerdo con la vigencia y el rigor científico de las páginas web entregadas al docente. |

Tabla 4.8: Resumen experto en NyN, clasificación general. Elaboración propia.

En la tabla 4.9, 4.10, 4.11, se presentan las opiniones realizadas por cada experto en NyN, según el análisis realizado por cada actividad planteada en cada una de disciplinas, donde los indicadores corresponden a la categoría II.

| Física | | |
|-----------|-----------|---|
| Actividad | Categoría | Resumen de la validación |
| Inicial | II | El experto está completamente de acuerdo en la coherencia del material visual, el rigor científico utilizado y la pertinencia de las indicaciones al docente. El experto se encuentra de acuerdo al nivel básico de las guías al docente. |
| 1 | | El experto está completamente de acuerdo en la coherencia del material visual, las definiciones se apegan al estado de conocimientos del estudiante, el rigor científico utilizado y la pertinencia de las indicaciones al docente. El experto se encuentra de acuerdo al nivel básico de las guías al docente. |
| 2 | | El experto está completamente de acuerdo en la coherencia del material visual, el rigor científico utilizado y la pertinencia de las indicaciones al docente. El experto se encuentra de acuerdo al nivel básico de las guías al docente. |
| 3 | | El experto está completamente de acuerdo en la coherencia del material visual, el rigor científico utilizado y la pertinencia de las indicaciones al docente. El experto se encuentra de acuerdo al nivel básico de las guías al docente. |

Tabla 4.9: Resumen por actividad de experto en NyN en Física. Elaboración propia.

| Química | | |
|-----------|-----------|---|
| Actividad | Categoría | Resumen de la validación |
| Inicial | II | El experto está completamente de acuerdo en el rigor científico utilizado y la pertinencia de las indicaciones al docente, aunque el experto se encuentra de acuerdo al nivel básico de las guías al docente. |
| 1 | | El experto está completamente de acuerdo en el rigor científico utilizado, en las definiciones apegadas al estado de conocimientos del estudiante y la pertinencia de las indicaciones al docente, aunque el experto se encuentra de acuerdo al nivel básico de las guías al docente. |
| 2 | | El experto está completamente de acuerdo en el rigor científico utilizado, en las definiciones apegadas al estado de conocimientos del estudiante y la pertinencia de las indicaciones al docente, aunque el experto se encuentra de acuerdo al nivel básico de las guías al docente y al |

| | | |
|---|--|---|
| | | material audiovisual presentado. |
| 3 | | El experto está completamente de acuerdo en el rigor científico utilizado, en las definiciones apegadas al estado de conocimientos del estudiante y la pertinencia de las indicaciones al docente, aunque el experto se encuentra de acuerdo al nivel básico de las guías al docente. |

Tabla 4.10: Resumen por actividad de experto en NyN en Química. Elaboración propia.

| Biología | | |
|-----------|-----------|---|
| Actividad | Categoría | Resumen de la validación |
| Inicial | II | El experto está de acuerdo en la coherencia del material visual y al nivel básico de las guías al docente. Aunque el experto está ni acuerdo ni en desacuerdo con la vigencia y el rigor científico de la información entregada al docente y el experto está en desacuerdo con la pertinencia de las indicaciones entregadas al docente. |
| 1 | | El experto está de acuerdo en la coherencia del material visual y al nivel básico de las guías al docente. Aunque el experto está ni acuerdo ni en desacuerdo con la vigencia y el rigor científico de la información entregada, en las definiciones apegadas al estado de conocimientos del estudiante y la pertinencia de las indicaciones al docente. |
| 2 | | El experto está de acuerdo en la coherencia del material visual y al nivel básico de las guías al docente, en las definiciones apegadas al estado de conocimientos del estudiante y la pertinencia de las indicaciones al docente. Aunque el experto está ni acuerdo ni en desacuerdo con la vigencia y el rigor científico de la información entregada al docente. |
| 3 | | El experto está completamente de acuerdo en la coherencia del material visual, en las definiciones apegadas al estado de conocimientos del estudiante y la pertinencia de las indicaciones al docente. Aunque el experto está de acuerdo con la vigencia y el rigor científico de la información entregada al docente, además del nivel básico de las guías al docente. |

Tabla 4.11: Resumen por actividad de experto en NyN en Biología. Elaboración propia.

4.1.2.3 Datos de preguntas abiertas expertos docentes

Referente a las preguntas con respuestas abiertas realizadas en las encuestas para expertos docentes, se presentan los resultados obtenidos en la tabla 4.12, la tabla presenta el criterio de valoración seleccionado frente a las preguntas que los jueces docentes respondieron, las que se presentan a continuación:

1. Al término de la revisión de guías y sus actividades, ¿considera que se logra el objetivo de aprendizaje (propuesto para la disciplina)?
2. A partir de los OA establecidos por el MINEDUC, los objetivos de clase para NyN y los contenidos planteados en la introducción de este documento, ¿considera que, en términos generales, la propuesta completa (Física, Química, Biología y Matemática) cumple con el objetivo de interdisciplinariedad?
3. La propuesta está diseñada para implementarse en las últimas clases del segundo semestre del año escolar, donde ya se hayan visto los contenidos (de cada disciplina), ¿es pertinente la ubicación de la propuesta, en cuanto a nivel, unidad y momento del año escolar?

| Experto | Pregunta 1 | Pregunta 2 | Pregunta 3 |
|----------------------|--------------------------------|---------------|---------------|
| Docente Matemática 1 | Completamente | Completamente | Parcialmente |
| Docente Física 1 | Completamente | Completamente | Completamente |
| Docente Física 2 | Completamente | Completamente | Completamente |
| Docente Química 1 | Parcialmente | Completamente | Completamente |
| Docente Biología 1 | Parcialmente | Parcialmente | Completamente |
| Docente Biología 2 | Parcialmente | Parcialmente | Parcialmente |
| Moda | Completamente/ Parcialmente | Completamente | Completamente |

Tabla 4.12: Resumen de resultados a preguntas expertos docentes. Elaboración propia.

4.1.2.4 Datos de preguntas abiertas experto en NyN

Referente a las preguntas con respuestas abiertas realizadas en las encuestas para expertos en NyN se presentan los resultados obtenidos en la tabla 4.13, la tabla presenta el criterio de valoración seleccionado frente a las preguntas que los jueces docentes respondieron, las que se presentan a continuación:

1. Al término de la revisión de las guías y sus actividades, ¿considera que se logra el resultado de aprendizaje para NyN propuesto (para cada disciplina)?
2. ¿A partir de los OA establecidos por el MINEDUC, los objetivos de clase para NyN y los contenidos planteados en la introducción de este documento, considera que, en términos generales, la propuesta completa (Física, Química, Biología y Matemática) cumple con el objetivo de interdisciplinariedad?

| Experto | Pregunta 1 | Pregunta 2 |
|------------------------------|--------------|---------------|
| Experto en Física en NyN 2 | Parcialmente | No aplica |
| Experto en Química NyN 3 | Parcialmente | Completamente |
| Experto en Biología en NyN 4 | Parcialmente | Completamente |
| Moda | Parcialmente | Completamente |

Tabla 4.13: Resumen de resultados a preguntas expertos en NyN. Elaboración propia.

4.1.2.5 Comentarios de expertos

Además de el resumen de preguntas abiertas con las respuestas específicas solicitadas (no se logra, parcialmente logrado o completamente logrado), se presenta a continuación los comentarios realizados por los expertos, en los cuales mencionan los puntos a mejorar y fortalezas de la propuesta didáctica. Los comentarios son resumidos por disciplinas en la tabla 4.14 para posteriormente ser analizados:

| Puntos a mejorar | Fortalezas |
|---|--|
| Matemática | |
| <p>En la guía uno, cuando se muestra la imagen con la escala de tamaños, esta se encuentra en sentido opuesto a lo que se ve comúnmente en matemática, por lo que podría confundir al estudiante, sería apropiado colocar una línea de tamaño antes de la esta imagen para no confundir al estudiante.</p> <p>En la guía dos, mejorar redacción en las instrucciones al estudiante, ya que dificulta el entendimiento de esta como está presentada en la guía, al igual que en la del docente.</p> <p>Debido al momento de implementación propuesto, sería conveniente realizar un breve repaso con los estudiantes antes de comenzar con las actividades de potencias, para facilitar en los estudiantes el desarrollo de estas guías.</p> | <p>Me parece interesante en que la actividad del alfabeto, los estudiantes deban realizar las conversiones de potencias al momento de buscar las letras en el alfabeto nano.</p> |
| Física | |
| <p>Sería apropiado agregar objetivos relacionados a calor y temperatura vistos en años anteriores en ciencias naturales. Ya que para las actividades relacionadas al movimiento de las partículas como la actividad 1 de la guía 1, se hace énfasis a su comportamiento dependiendo de la temperatura del agua. Si se utiliza como</p> | <p>Al analizar las actividades planteadas para los estudiantes, considero que el objetivo: "Identificar el movimiento de las nanopartículas en un fluido y cómo se ve influenciado por la temperatura" se logra debido a los siguientes criterios:</p> <p>1) El planteamiento de la actividad es cotidiano</p> |

| | |
|--|---|
| <p>recurso, sería favorable que se agregue como parte del objetivo. (Experto docente)</p> | <p>debido al uso de una película para captar el interés de los estudiantes. 2) La redacción es clara para que los alumnos puedan desarrollar las actividades sin inconveniente y puedan responder lo solicitado. 3) El uso de actividades experimentales tales como comparar agua de mayor y menor temperatura desarrolla habilidades de nivel superior en el área científica. 4) Los alumnos a través de esquemas son capaces de identificar el movimiento de partículas en un fluido. 5) El material tanto guías como indicaciones al docente son claras y facilitan la labor del profesor en el acompañamiento que se le brindará a los estudiantes. (Experto docente)</p> |
| <p>Si bien considero que la actividad está muy bien dirigida y abordada tanto formal como conceptualmente, creo que podría irse un poco más lejos en los conceptos formulados y desarrollar más la idea de aleatoriedad, elementos estocásticos en la naturaleza, así como la introducción de ciertas ideas interesantes relacionadas como: irreversibilidad y entropía, fricción, disipación, calor. Por otra parte, me parece un poco arbitraria la introducción del concepto de lo "nano" sin introducir órdenes de magnitud. Ojo: no todo lo pequeño es "nano". El concepto de nanotecnología me parece asimismo exagerado para lo sencillo de la actividad y los conceptos. (Experto NyN)</p> | <p>Es importante que para este tipo de contenido los estudiantes puedan dimensionar tamaños, ya que muchas veces se deja de lado. Al partir con las actividades de matemática, facilita el trabajo para las próximas actividades de las otras asignaturas. (Experto docente)</p> <p>Considero que la propuesta al involucrar distintas asignaturas cumple con la interdisciplinariedad, sobre todo en un contenido relacionado con fluidos, temperatura y calor, las 4 áreas cumplen con objetivos distintos, pero logran un aprendizaje común. (Experto docente)</p> |
| | <p>Considero que el tiempo en que se quiere implementar esta propuesta está acorde con los objetivos y contenidos que ya han sido tratados en clases, el concepto de energía cinética les ayudará a los estudiantes a entender el movimiento de partículas, como propuesta también podría replicarse a tercero medio en la unidad de fluidos. (Experto docente)</p> <p>Permite reforzar los contenidos mismos de la unidad (Experto docente)</p> <p>Globalmente me parece muy instructivo e interesante. (Experto en NyN)</p> |
| <p>Química</p> | |
| <p>Al finalizar la unidad, recomendaría mencionar ejemplos de que la nanotecnología en el área de química no sólo se aplica en Química Orgánica (Carbono), sino que es mucho más amplias</p> | <p>Las Nanoestructuras de carbono y conocer las diversas nanoestructuras de carbono y sus principales propiedades, se encuentran</p> |

| | |
|---|---|
| <p>cubriendo áreas de Química Inorgánica, entre otras. También, hice un comentario relacionado a geometría molecular, debido a que este término no es definido en la guía, sólo se menciona y es uno de los conceptos claves, ya que la geometría es la que se va distorsionando con el cambio de hibridación dando así propiedades diferentes a los materiales de carbono. Finalmente, respecto al tema de hacer uso de materiales en escala nanométrica, a mi punto de vista hay que darle un poco más de relevancia, más que un entendimiento de escala mencionaría de manera más reiterativa o específica qué es lo que se gana al sintetizar o trabajar con nanomateriales en comparación con un material a escala micrométrica, por ejemplo, cuáles podrían ser las propiedades que se mejoran o las nuevas propiedades que adquiere el material al ser nanométrico. (Experto NyN)</p> <p>Crear modelos del carbono y explicar sus propiedades como base para la formación de moléculas útiles para los seres vivos (biomoléculas presentes en la célula) y el entorno (hidrocarburos como petróleo y sus derivados), con respecto a la última parte en la sección de química, no está completamente relacionada. (Experto NyN)</p> | <p>completamente (Experto NyN)</p> <p>Estimados, los felicito por su trabajo de tesis (Experto NyN)</p> |
| <p>Mediante el desarrollo de diversas actividades, se logra parcialmente el OA17 “Crear modelos del carbono y explicar sus propiedades como base para la formación de moléculas útiles para los seres vivos (biomoléculas presentes en la célula) y el entorno (hidrocarburos como petróleo y sus derivados)”, ya que con las actividades propuestas los y las estudiantes no están creando modelos, sino que están conociendo distintos modelos ya creados.</p> | <p>Se logran completamente con la clase diseñada son los objetivos de la guía aplicada, los cuales son <i>“Identificar al carbono como componente clave en la formación de estructuras complejas y distinguir las nano estructuras de carbono, sus propiedades y aplicaciones”</i> apuntando más al OA propuestos de Nanociencia y Nanotecnología por asignatura que en química sería <i>“Conocer las diversas nanoestructuras de carbono y sus principales propiedades”</i>.</p> |
| | <p>me encantó y sedujo la diversidad de actividades propuestas para una sola clase, atendiendo a la diversidad de estilos de aprendizaje que nos encontramos en el aula, con ejemplos de personajes de cómic que hoy (2018) están en boga por las películas recién lanzadas, lo que hace mantener más la atención de los estudiantes, mayor participación y mejor clima de aula, por el interés que genera en la mayoría (por no decir todos) el saber más sobre sus héroes.</p> |
| | <p>Se logra relacionar muy bien las 4 disciplinas científicas, generando grandes aportes una con</p> |

| | |
|--|---|
| | la otra. Me gusta, además, el orden de las clases, partiendo por matemáticas y terminando con biología; con una buena relación con el medio, debido al aporte que cada ciencia realiza en la actividad, dando como producto una adecuada estructura. |
| | Es necesaria la aplicación al término de semestre, por la necesidad de conocimientos previos que deben tener para conocer y avanzar en Nanociencia y Nanotecnología, siendo, además, necesaria la coordinación con los 4 profesores, para que sea realmente provechosa al 100% por los y las estudiantes. |
| Biología | |
| <p>Es pertinente la propuesta en relación a los contenidos, pero no a las habilidades y el nivel de dificultad para este nivel. (Experto docente.)</p> <p>Me parece que hay que tener cuidado con el “investigar”, pues en la propuesta no se intenciona de manera clara la investigación, esta última no sólo se desarrolla a partir de la indagación de información. (Experto docente).</p> <p>Debido a que no se promueve una investigación por medio de preguntas que guíen este proceso. Las respuestas a las preguntas planteadas emanan de manera directa de los textos. Las actividades propuestas no promueven el desarrollo de habilidades y no revisten desafío para los estudiantes de este nivel. (Experto Docente).</p> <p>Desde la biología, pondría ojo en que anteriormente puedan haberse trabajado nociones de genética que están a la base, para poder comprender la nanotecnología desde ese foco. Además, cuidar la habilidad de Analizar, que es compleja de desarrollar en una sola clase. Sugiero cambiarlo a explicar, que podría intencionarse de mejor manera en una clase. (Experto docente).</p> | <p>Existe una coherencia interna en la propuesta que desemboca en los riesgos para la salud de la NyN. Se abordan los temas desde lo básico explicando a que se refiere la nanociencia con ejemplos claros. Además, se va desde los conceptos más básicos que ayudan a entender los temas de posteriores como en química y biología. Quizás en la parte de química se debería dar un poco de tiempo a nanopartículas basadas en carbono que permiten el transporte de fármacos o la introducción de material genético en los organismos, para así permitir entender los conceptos que se abordarán en la parte de biología. (Experto en NyN).</p> |
| <p>Sugiero poner algunos ejemplos de personajes fantásticos, algún otro que incluya personajes femeninos, niños-niñas, ancianos/as, para proveer de una mirada más amplia de la ciencia en el estudiantado. (Experto docente).</p> | |

Tabla 4.14: Puntos a mejorar y fortalezas según respuestas a expertos. Elaboración propia.

Del resumen de la validación por actividad y de los comentarios realizados por los expertos validadores, se realizarán modificaciones en la propuesta didáctica con la finalidad de optimizar las actividades. Para esto, en la obtención de resultados se identificarán actividades que presentan.

4.2 Obtención de resultados

En la sección anterior se presentaron las respuestas dadas por los expertos docentes y expertos en NyN, aunque dado a la discrepancia de los resultados presentados, se decide separar algunos aspectos para su posterior análisis y ajustes a la propuesta didáctica.

Aquellos aspectos que se encuentran valorados por expertos docentes y expertos NyN como “complemente de acuerdo” y “de acuerdo”, se presentan en la tabla 4.15, diferenciados por cada disciplina:

| |
|--|
| Matemática |
| Los aspectos relacionados con la coherencia entre los contenidos y los objetivos, el material multimedia y su accesibilidad, sobre el tiempo y la factibilidad de la realización de actividades, al vocabulario científico es claro y comprensible se encuentran valorados como completamente de acuerdo y/o de acuerdo para ambas guías realizadas. |
| Física |
| Los aspectos relacionados con la coherencia entre los contenidos y los objetivos, la rigurosidad del material y rigor científico, como los tiempos planteados para las actividades se encuentran valorados como completamente de acuerdo y/o de acuerdo. |
| Química |
| Los aspectos relacionados con la coherencia entre los contenidos y los objetivos, la rigurosidad del material y el rigor científico utilizado, las definiciones apegadas al estado de conocimientos del estudiante y la pertinencia de las indicaciones al docente se encuentran valorados como completamente de acuerdo y/o de acuerdo. |
| Biología |
| Los aspectos relacionados con los contenidos previos planteados, la accesibilidad y la coherencia de las páginas web con las actividades, se encuentran valorados como completamente de acuerdo y/o de acuerdo |

Tabla 4.15: Resumen de resultados con valoraciones “completamente de acuerdo” y/o “acuerdo”.

Elaboración propia.

Por otra parte, existen aspectos que presentaron discrepancias en su valoración o se encuentran valorados por expertos docentes y expertos NyN como “ni de acuerdo ni en desacuerdo” y/o “en desacuerdo”, se presentan en la tabla 4.16, diferenciados por cada disciplina:

| |
|---|
| Matemática |
| Los aspectos relacionados a la pertinencia de las notas docentes y la redacción de las actividades se encuentran valorados como ni de acuerdo ni en desacuerdo y/o en desacuerdo por el experto docente. |
| Física |
| No se presentan aspectos valorados como ni de acuerdo ni en desacuerdo y/o en desacuerdo. |
| Química |
| Sólo el aspecto relacionado al tiempo requerido para la implementación de las actividades planteadas se encuentra valorado como ni de acuerdo ni en desacuerdo y/o en desacuerdo por los expertos. |
| Biología |
| Los aspectos relacionados con la coherencia de las actividades planteadas y los objetivos de la clase planteada, la claridad y redacción de las indicaciones de las actividades entregadas al docente, la vigencia y el rigor científico de la información entregada al docente, el tiempo requerido para la implementación de las actividades planteadas, todos estos aspectos se encuentran valorados como ni de acuerdo ni en desacuerdo y/o en desacuerdo por los expertos. |

Tabla 4.16: Resumen de resultado de valoraciones “ni de acuerdo ni en desacuerdo” y/o “en desacuerdo”. Elaboración propia.

Para el caso de Matemática, Física y Química se obtuvieron en su mayoría la valoración por los expertos docentes y expertos en NyN, en todos los indicadores evaluados “completamente de acuerdo y/o “de acuerdo”, aunque se recogen con detalle algunas observaciones de las tablas 4.15 y 4.16, donde se tiene:

Matemática:

A pesar de mantener en su totalidad la valoración “completamente de acuerdo” y de acuerdo, existieron indicadores con valoración diferenciada, donde el experto consideró la valoración “ni de acuerdo ni en desacuerdo”, estos fueron específicamente para la guía uno:

- Las notas al docente son suficientes para comprender la actividad y la manera en que debe ser abordada.
- La redacción de la actividad es clara y entendible.

Por otro lado, también existieron indicadores con valoración diferenciada, donde el experto consideró la valoración “en desacuerdo”, estos fueron específicamente para la guía dos:

- Las notas al docente son suficientes para comprender la actividad y la manera en que debe ser abordada.
- La redacción de la actividad es clara y entendible.

Física

A pesar de mantener en su totalidad la valoración “completamente de acuerdo”, existieron indicadores con valoración diferenciada, donde a lo menos un experto consideró la valoración “de acuerdo”, fueron:

- Existe coherencia entre el objetivo de la guía y las actividades.
- Las páginas web que se ofrecen al docente para búsqueda de información adicional son vigentes y cuentan con rigor científico o respaldo académico para manejar los conceptos requeridos en las actividades.
- Las páginas web utilizadas favorecen la comprensión del contenido.
- Las respuestas dirigidas al docente se apegan a un nivel de conocimiento básico en Nanociencia y Nanotecnología sin simplificar en exceso los términos.
- El tiempo propuesto en el desarrollo de la actividad es suficiente para realizarla.

Química:

A pesar de mantener en su totalidad la valoración “completamente de acuerdo”, existieron indicadores con valoración diferenciada, donde a lo menos un experto consideró la valoración “de acuerdo”, fueron:

- El material audiovisual es coherente con la información que se entrega en la guía del estudiante.
- Las respuestas dirigidas al docente se apegan a un nivel de conocimiento básico en Nanociencia y Nanotecnología sin simplificar en exceso los términos.

Por otro lado, también existieron indicadores con valoración diferenciada, donde se consideró la valoración “en desacuerdo”, este fue específicamente sobre:

- El tiempo propuesto en el desarrollo de la actividad es suficiente para realizarla.

En el caso de Biología, se obtuvieron la mayoría de las la valoración realizadas por los expertos docentes y expertos NyN, en los indicadores evaluados como “completamente de acuerdo y /o “de acuerdo”, aunque fue en esta disciplina donde se presentaron las mayores discrepancias, por lo que se recogen las observaciones 4.15 y 4.16, donde se tiene:

Biología

A pesar de mantener en su totalidad la valoración “de acuerdo”, en esta disciplina es donde se obtuvieron mayores discrepancias en la valoración de los indicadores, donde a lo menos un experto consideró la valoración “ni de acuerdo ni en desacuerdo”, fueron:

- Existe coherencia entre el objetivo de la guía y las actividades.
- Las páginas web que se ofrecen al docente para búsqueda de información adicional son vigentes y cuentan con rigor científico o respaldo académico para manejar los conceptos requeridos en las actividades.
- La información que se le otorga al docente en la guía, son vigentes y cuentan con rigor científico para manejar los conceptos requeridos en las actividades.
- Las notas al docente son suficientes para comprender la actividad y la manera en que debe ser abordada, específicamente para actividad 1.
- Las definiciones de los conceptos abordados en la guía del estudiante son vigentes de acuerdo con el actual estado de conocimientos, específicamente para actividad 1.

Por otro lado, también existieron valoraciones diferenciadas, donde a lo menos un experto consideró la valoración “en desacuerdo”, las que se mencionan a continuación:

- Las actividades de la guía están de acuerdo con el objetivo de clase planteado.
- El tiempo propuesto en el desarrollo de la actividad es suficiente para realizarla.
- Las notas al docente son suficientes para comprender la actividad y la manera en que debe ser abordada, específicamente para la actividad inicial diseñada para biología.
- La redacción de la actividad es clara y entendible.

Una vez identificadas las valoraciones más descendidas y los indicadores correspondientes a estas valoraciones, es posible realizar un análisis en conjunto a los comentarios realizados por los expertos docentes y expertos en NyN, para con ello tomar las decisiones pertinentes a la modificación de la propuesta didáctica.

4.3 Análisis de resultados y ajustes

A causa del resumen de datos y de la obtención de resultados, se realizaron los respectivos análisis que se presentan a continuación, los cuales se encuentran fragmentados de acuerdo al tipo de pregunta: indicadores, preguntas abiertas y comentarios de los jueces expertos.

4.3.1 Análisis de indicadores expertos docentes y expertos en NyN

Tal como se menciona en la obtención de resultado, en el caso de Matemática, la validación fue realizada solamente por un experto docente, que en su mayoría de valoraciones con respecto a los indicadores fueron “completamente de acuerdo” y “de acuerdo”, solamente existiendo discrepancia con respecto a “las notas al docente son suficientes para comprender

la actividad y la manera en que debe ser abordada” y “la redacción de la actividad es clara y entendible”, estos indicadores se verán evaluados en la sección de implementación.

Respecto a Física, tanto como expertos docentes y el experto en NyN valoraron los indicadores con “completamente de acuerdo” y “de acuerdo”. Referente a los expertos docentes existen diferencias de valoraciones en los indicadores “el tiempo propuesto en el desarrollo de la actividad es suficiente para realizarla” y “las páginas web utilizadas favorecen la comprensión del contenido”. Si bien el experto docente 2 señala que está en de acuerdo con los indicadores anteriormente señalados, no establece en los comentarios alguna observación sobre estas. Sin embargo, el criterio relacionado con el tiempo se abordará en la sección de implementación. Por otro lado, en la disciplina de Química, la validación fue realizada solo por un único experto docente y el experto en NyN. Considerando lo anterior, en general el total de las partes que componen la propuesta las valoraciones fueron positivas; aunque el experto en NyN señala que está de acuerdo con el indicador “el material audiovisual es coherente con la información que se entrega en la guía del estudiante” para la actividad 2. Por otra parte, declara que está de acuerdo con el indicador “las respuestas dirigidas al docente se apegan a un nivel de conocimiento básico en Nanociencia y Nanotecnología sin simplificar en exceso los términos” para todas las actividades propuestas. Las actividades con las valoraciones mencionadas no se encuentran mencionadas en los comentarios realizados por el experto.

Biología fue la disciplina que presentó mayores discrepancias entre las valoraciones, en comparación con las otras disciplinas. Es importante mencionar, que las actividades que presentaron valoraciones descendidas fueron analizadas y valoradas sólo por dos expertos docentes, donde el docente 2 de biología declara haber leído solamente la parte correspondiente a la disciplina, además del experto en NyN de Biología. El experto en NyN señala que está “ni de acuerdo ni en desacuerdo” con el indicador “Existe coherencia entre el objetivo de la guía y las actividades” y con el indicador “las páginas web que se ofrecen al docente para búsqueda de información adicional son vigentes y cuentan con rigor científico o respaldo académico para manejar los conceptos requeridos en las actividades”, para la toda sección evaluada. Como también el experto en NyN, con el mismo grado de valoración se refiere al indicador “la información que se le otorga al docente en la guía, son vigentes y cuentan con rigor científico para manejar los conceptos requeridos en las actividades”, específicamente para la actividad inicial, actividad 1 y 2; “las notas al docente son suficientes para comprender la actividad y la manera en que debe ser abordada” y “las definiciones de los conceptos abordados en la guía del estudiante son vigentes de acuerdo con el actual estado de conocimientos”, específicamente para actividad 1.

Además para la misma disciplina los expertos docentes 1 y 2 colocan una valoración unánime en desacuerdo con respecto al indicador “el tiempo propuesto en el desarrollo de la actividad es suficiente para realizarla” aunque posteriormente ninguno de los expertos docentes hace

mención con respecto al tiempo en que se plantea las actividades didácticas, por otro lado el experto docente 2 también otorga la valoración en desacuerdo sobre los indicadores “las actividades de la guía están de acuerdo con el objetivo de clase planteado” y “la redacción de la actividad es clara y entendible”, lo que posteriormente en las preguntas abiertas entrega su visión con respecto a los objetivos a plantear.

4.3.2 Análisis de preguntas abiertas expertos docentes y expertos en NyN

Considerando los resultados obtenidos por juicios de expertos docentes y en NyN en las tablas 4.12 y 4.13 presentada en el resumen de datos de preguntas abiertas, se analizan las respuestas de estas preguntas.

Pregunta 1: *Al término de la revisión de guías y sus actividades, ¿considera que se logra el objetivo de aprendizaje (propuesto para la disciplina)?*

La mayoría de los expertos docentes y expertos en NyN consideran que se logra parcialmente el objetivo de aprendizaje planteado con el desarrollo de las actividades. En Física, el experto docente 1 y el experto docente 2, están completamente de acuerdo con el objetivo de aprendizaje, lo mismo ocurre para Matemática. En Química y en Biología consideran que el objetivo se cumple parcialmente, sugiriendo hacer modificaciones la cuales son estimadas para optimizar y ajustar la secuencia didáctica.

Pregunta 2: *A partir de los OA establecidos por el MINEDUC, los objetivos de clase para NyN y los contenidos planteados en la introducción de este documento, ¿considera que, en términos generales, la propuesta completa (Física, Química, Biología y Matemática) cumple con el objetivo de interdisciplinariedad?*

La mayoría de los expertos docentes y expertos en NyN consideran que, en términos generales, la propuesta cumple completamente con el objetivo de interdisciplinariedad. El docente experto 2 de Biología y el experto en NyN en Física respondieron que no pudieron observar la interdisciplinariedad respondiendo que esta se cumple parcialmente, pero explicando posteriormente, que solo se enfocaron en leer su área, omitiendo las demás partes.

Pregunta 3: *La propuesta está diseñada para implementarse en las últimas clases del segundo semestre del año escolar, donde ya se hayan visto los contenidos (de cada disciplina), ¿es pertinente la ubicación de la propuesta, en cuanto a nivel, unidad y momento del año escolar?*

Esta pregunta fue solamente realizada a los expertos docentes, donde la mayoría consideran que la ubicación de la propuesta es completamente pertinente en cuanto a nivel y momento de año escolar.

Solo el docente experto 2 en Biología comenta que es pertinente en relación a los contenidos, pero no a las habilidades y a las dificultades del nivel escolar, además el docente 1 de Matemática comenta que sería pertinente realizar un repaso antes de realizar las actividades propuestas.

4.3.3 Análisis de comentarios

Estimando los comentarios propuestos por los jueces expertos en las encuestas de validación, se realiza la tabla 4.17 la cual señala los cambios sugeridos por los jueces y se declaran los ajustes que se consideran pertinentes:

| Cambio sugerido | Cambio realizado |
|---|---|
| Matemática | |
| Cambio de la imagen de la escala. | Frente a los cambios sugeridos, se realizará una revisión de los aspectos de redacción tanto en las guías del estudiante como las guías definidas para el docente, agregando en esta última la sugerencia de un repaso de los contenidos previos antes de comenzar la implementación. Debido a que la imagen de la escala se confeccionó, en base a la idea que el estudiantado vaya reconociendo la disminución de tamaño, es que se decide considerar la sugerencia del docente, aunque esta será aplicada en la guía del docente indicando por qué la escala se encuentra de esta manera y que éste lo transmita al estudiantado. |
| Mejora en la redacción en las instrucciones al estudiante y guía del docente. | |
| Repaso previo a la implementación de la guía uno de matemática. | |
| Física | |
| Agregar objetivos relacionados a calor y temperatura vistos en años anteriores en ciencias naturales. | La clase de física tiene como objetivo que el estudiantado pueda distinguir el movimiento de las partículas a escala nanométrica, por lo que agregar un objetivo relacionado a calor y a temperatura no es algo factible, ya que se perdería el sentido de la finalidad de la clase. Sin embargo, se agregan a las guías del docente conocimientos previos de |
| Desarrollar la idea de aleatoriedad, elementos estocásticos en la naturaleza, así como la introducción a ciertas ideas relacionadas como: irreversibilidad y entropía, fricción, disipación, calor. | |

| | |
|---|---|
| Introducir órdenes de magnitud para el concepto de lo "nano". | <p>temperatura y calor que el estudiantado vio en años anteriores.</p> <p>Debido a que la secuencia didáctica comienza con la asignatura de matemática, las actividades propuestas en esta asignatura tienen como finalidad introducir los órdenes de magnitud de la escala nanométrica.</p> <p>Finalmente, la secuencia didáctica se realiza de manera progresiva donde física y matemática son clases que permiten al estudiantado situarlo en esta escala.</p> |
| Mejorar el concepto de nanotecnología ya que es exagerado para lo sencillo de la actividad y los conceptos. | |
| Química | |
| Mencionar ejemplos de que la nanotecnología en el área de química no sólo se aplica en Química orgánica. | <p>Debido a que la clase de química está diseñada para conocer diversas nanoestructuras de carbono y sus principales propiedades, no se considera en la guía del estudiante el cambio sugerido, sin embargo, para complementar la información se agrega una indicación al docente sugiriendo dar ejemplos de que la nanotecnología no sólo es aplicable en la química orgánica.</p> <p>El concepto de geometría molecular es un contenido previo que el estudiantado debe conocer en el primer semestre de segundo año medio, sin embargo, se agrega información en la guía del estudiante sobre este concepto.</p> <p>Finalmente, se agrega información a la guía sobre el por qué trabajar con nanomateriales. Referente al comentario sobre el OA17, se plantea descomponer el objetivo y no abordarlo de manera completa, esto debido a que el OA17 ya fue realizado durante el año escolar, y esta propuesta se enfoca en aplicar los contenidos ya vistos a través de la NyN.</p> |
| Definir el concepto de geometría molecular. | |
| Enfatizar los beneficios de trabajar con nanomateriales | |
| En las actividades propuestas no se están creando modelos, sino que están conociendo distintos modelos de carbonos ya existentes. | |
| Biología | |
| No se promueve una investigación por medio de las preguntas planteadas. | <p>De acuerdo a los comentarios propuestos por los docentes y por el experto en NyN, se consideran sus retroalimentaciones para ajustar y optimizar las actividades.</p> <p>Los contenidos de genética son conocimientos previos que el estudiantado debe conocer para realizar las actividades, por lo que trabajar con estos conceptos en las actividades diseñadas no es factible.</p> |
| Trabajar previamente nociones de genética, para poder comprender la nanotecnología desde ese foco. | |
| Las actividades no se encuentran relacionadas directamente con NyN. | |

Tabla 4.17: Resumen de cambios realizados de la propuesta. Elaboración propia.

Teniendo en consideración la aceptación general de la propuesta y los diferentes comentarios positivos y de mejoras obtenidos en el proceso de validación, se decide realizar los cambios

sugeridos por los expertos. Los cambios no realizados se justifican por motivos de tiempo de la implementación, objetivos y diseños de la secuencia didáctica.

Los cambios realizados tienen como finalidad mejorar la propuesta, otorgando una coherencia entre lo que se espera de ella, ayudan a optimizar las actividades, desarrollar un material completo en cuanto a la comprensión.

4.4 Resultados de la Implementación de la secuencia didáctica

La secuencia didáctica fue implementada en cinco clases en diferentes establecimientos. La implementación incluye sólo las guías de las disciplinas por separado, por lo que no se implementa el proyecto “una revolución nano industrial” por motivos de tiempo.

Las principales observaciones hechas durante las implementaciones fueron el evaluar la disposición del estudiantado ante la metodología de trabajo, observar que los objetivos planteados para las guías estén acorde a las actividades propuestas y que los estudiantes puedan realizar las actividades dentro del tiempo dispuesto para cada guía.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir de las implementaciones de la secuencia didáctica. Se dan a conocer características relevantes del establecimiento y del curso.

4.4.1 Implementación Matemática

La implementación de la secuencia didáctica correspondiente a la disciplina de Matemática se realizó con el estudiantado del curso 3°B científico del establecimiento educacional de dependencia particular subvencionado Liceo Paula Jaraquemada, ubicado en la comuna de Quilicura. El colegio posee un nivel de enseñanza media científico-humanista. La población de estudio era de 17 años en promedio.

La implementación, se realizó en la hora lectiva de la disciplina Taller de Juegos Lógicos (taller de matemática) en el horario de 14:00-15:30, tanto como en la clase N°1 y N°2 se presentaron 22 de un total de 27 estudiantes.

En ambas clases se comienza con la entrega de las guías al estudiantado. Desde el inicio de las clases hasta el final de estas, el estudiantado mostró una gran participación e interés por las actividades.

A finalizar las clases, se le solicitó al estudiantado que respondiera las siguientes preguntas: ¿Qué opinas de las actividades realizadas?, ¿cuál fue el aprendizaje más significativo obtenido a partir de las actividades?

4.4.2 Implementación Física

La implementación de la secuencia didáctica correspondiente a la disciplina de Física se realizó con el estudiantado del curso 3°F científico del establecimiento educacional de dependencia particular subvencionado gratuito Chilean Eagles College, ubicado en la comuna de La Florida. El colegio pertenece a la Red SEG y posee un nivel de enseñanza media científico-humanista. La población de estudio era de 16 años en promedio.

Durante la implementación, la cual se realizó en la disciplina electivo de mecánica en el horario de 11:45-13:15, se presentaron 36 estudiantes de un total de 45 estudiantes.

La clase comienza con una breve introducción sobre el mundo nanométrico, para luego hacer entrega de las guías. Durante el desarrollo de la clase, el estudiantado presentó una gran motivación y participación.

A finalizar la clase, se le solicitó al estudiantado que escribieran lo que les pareció la clase y cuál fue el aprendizaje significativo obtenido de esta.

4.4.3 Implementación Química

La implementación de la secuencia didáctica correspondiente a la disciplina de Química se realizó con el estudiantado del curso 3°C científico del establecimiento educacional de dependencia municipal Liceo Arturo Alessandri Palma, ubicado en la comuna de Providencia. El colegio pertenece a la corporación de desarrollo Social de providencia y posee un nivel de enseñanza media científico-humanista y técnico-profesional. La población de estudio fue de 16 años en promedio.

Durante la implementación, la cual se realizó en la disciplina Química en el horario de 14:00-16:15 se presentaron 27 de un total de 30 estudiantes.

La clase comienza con una breve introducción sobre el mundo nanométrico, para luego hacer entrega de las guías. Durante el desarrollo de la clase, el estudiantado presentó una gran motivación y participación.

A finalizar la clase, se le solicitó al estudiantado que escribieran lo que les pareció la clase y cuál fue el aprendizaje significativo obtenido a partir de esta.

4.5 Resultados obtenidos de la implementación

A continuación, se muestran los resultados obtenidos a partir de la implementación de cada disciplina. Para ordenar los resultados, estos se clasificaron de acuerdo a las disciplinas.

4.5.1 Resultados Matemática

Clase N°1:

A continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir de la implementación de la clase N°1 de Matemática “Escalas y mundos” de lo más grande a lo más pequeño.

Respecto a la guía del estudiantado se analizó la progresión de los resultados obtenidos de la actividad inicial: “El traje de Ant-man”; de dicha actividad se obtuvo que el 100% del estudiantado respondió correctamente cada una de las preguntas.

En un inicio donde se asume que el estudiante tenga un metro de altura, posteriormente se pide al estudiante aumentar en un factor de 1.000 su tamaño, el 100% del estudiantado respondió que el tamaño que quedaría el estudiante es de 1 kilómetro, correspondiente a 1.000 metros, al dar un ejemplo de dicha medida el 100% del estudiantado menciona un ejemplo correspondiente a dicha medida.

La pregunta dos considerando la altura alcanzada por el estudiante se pide al estudiantado reducir su tamaño en 0,001 metros, por lo que el 100% del estudiantado respondió correctamente la medida en que quedaría el estudiante, es decir de 1 metro, logrando también definir un ejemplo de dicha medida.

La pregunta tres nuevamente considerando el tamaño resultante del estudiante, se pide nuevamente reducir nuevamente el estudiante en 0,001 metros, donde el 100% del estudiantado logra definir la altura resultante del estudiante, además 19 de los 22 estudiantes definen la respuesta asociando correctamente el prefijo como 1 milímetro. Al igual que en las preguntas anteriores el 100% del estudiantado logra definir un ejemplo claro de un objeto con dicho tamaño.

La pregunta cuatro considerando la altura del estudiante como 1 milímetro, se pide la reducción en 0,001 metros, donde el 100% del estudiantado logra definir correctamente la nueva medida del estudiante, donde como se presenta a continuación en el gráfico 4.1, 12 estudiantes

definieron correctamente la unidad de medida y mencionen correctamente el prefijo relacionado, 6 de ellos definieron la unidad de medida expresada en metros, 2 de ellos definieron la medida erróneamente y uno solo colocó el resultado sin mencionar ninguna medida, por lo que se considera a este último como omisión.

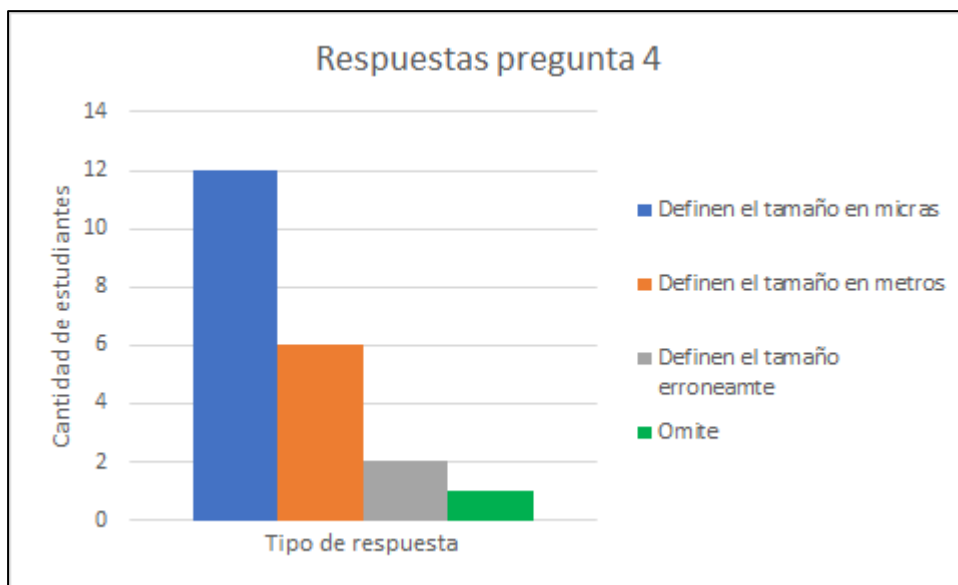


Gráfico 4.1: Respuestas de la pregunta 4 correspondiente a la actividad inicial de la disciplina de Matemática. Elaboración propia.

Al responder la pregunta, donde se menciona un ejemplo que tenga el tamaño encontrado 18 de los 22 estudiantes respondieron correctamente dicha pregunta, donde los estudiantes que respondieron erróneamente mencionaron al átomo como ejemplo de dicha medida.

Finalmente al considerar el tamaño anterior del estudiante, de un 1 micrómetro, se pidió nuevamente la reducción de tamaño en 0,001 metro, llegando al tamaño de un nanómetro, donde 8 estudiantes asociaron correctamente el prefijo correcto como 1 nanómetro, equivalente al tamaño encontrado en metros, 6 estudiantes colocaron el resultado correcto aunque fue expresado en metros, 5 estudiantes respondieron erróneamente, teniendo errores expresando la unidad de medida y 2 estudiantes omiten la unidad de medida. A continuación, se presenta el gráfico 4.2 el que presenta los resultados obtenidos de dicha pregunta.

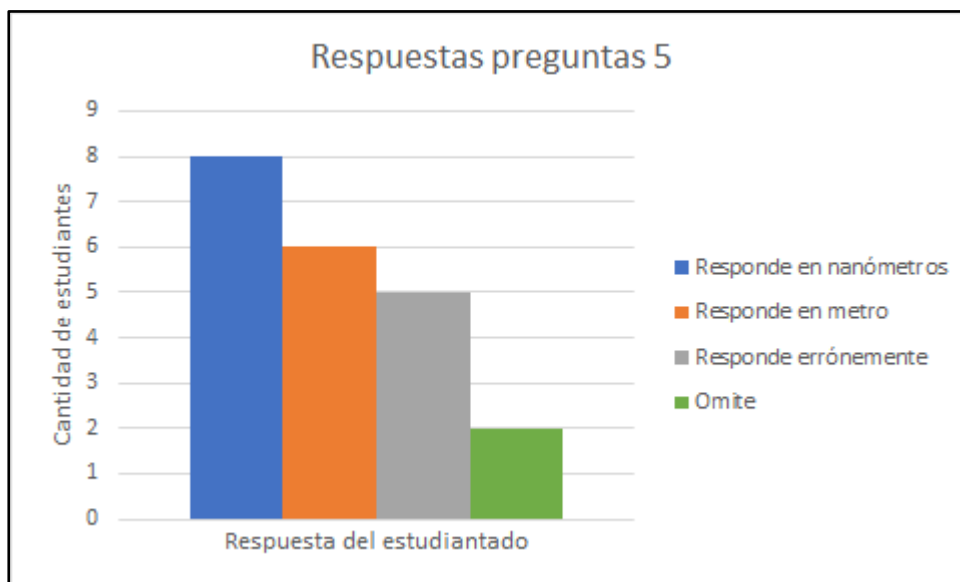


Gráfico 4.2: Respuestas de la pregunta 5 correspondiente a la actividad inicial de la disciplina de Matemática. Elaboración propia.

Los resultados obtenidos para la pregunta donde el estudiantado debe dar un ejemplo de alguna estructura con la medida de un nanómetro, solo 2 estudiantes respondieron erróneamente, colocando como ejemplo virus y bacterias.

Los resultados obtenidos a partir de la pregunta de valoración realizada al estudiantado: ¿Qué opinas acerca de las actividades realizadas?, el 100% del estudiantado respondió valoraciones positivas, donde se recogen las siguientes opiniones:

- “Fue entretenida e interesante”
- “Fue más didáctica y daban ganas de hacerla”
- “Fue bastante entretenida e interesante, y es un tema que siempre me ha llamado la atención”

Los resultados obtenidos a partir de la pregunta de valoración realizada al estudiantado: ¿cuál fue el aprendizaje más significativo?, se presentan en el siguiente gráfico:



Gráfico 4.3: Valoración del estudiantado sobre la secuencia didáctica correspondiente a la disciplina de Matemática, Clase N°1. Elaboración propia.

Clase N°2:

A continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir de la implementación de la clase N°2 de Matemática “Descubriendo el mundo Nanométrico”.

Se observa que el 100% del estudiantado no presentó dificultades con descubrir las palabras cifradas, trabajando correctamente con las respectivas propiedades de potencias.

Por otro lado, en las guías del estudiantado se observa que el 100% completa el cuadro realizado en el plenario.

Respecto a las preguntas realizadas al final de la clase: ¿Qué opinas de las actividades realizadas?, el 13,6% del estudiantado omitió esta pregunta mientras que el 86,4% responde que las actividades realizadas durante la clase fueron entretenidas y didácticas.

Referente a la segunda pregunta solicitada ¿cuál fue el aprendizaje más significativo obtenido a partir de las actividades?, el 13,6% del estudiantado omitió esta pregunta, mientras que el 86,4% responde que aprendieron sobre algunos de los principales conceptos de Nanociencia y Nanotecnología y los principales usos.

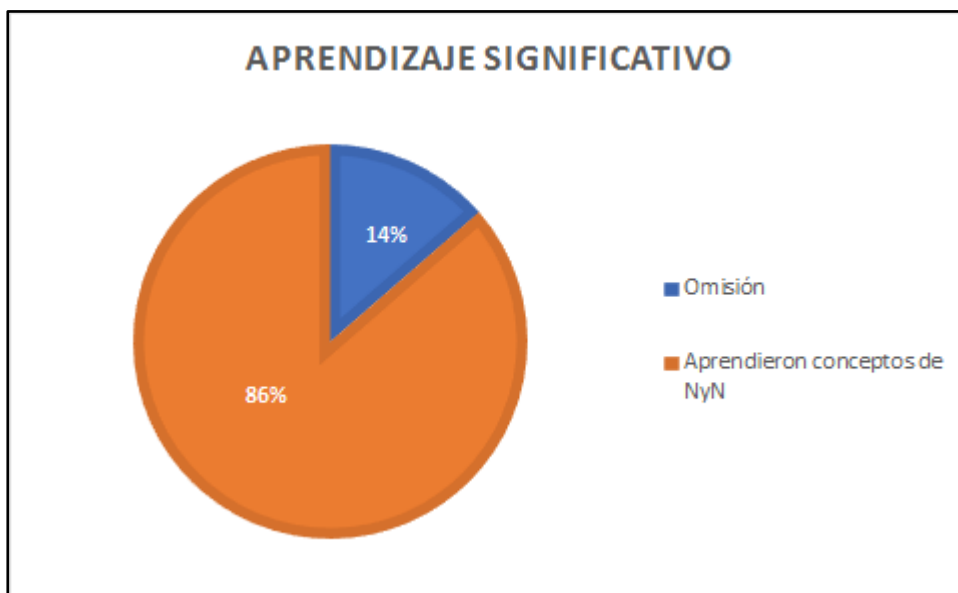


Gráfico 4.4: Valoración del estudiantado sobre la secuencia didáctica correspondiente a la disciplina de Matemática, Clase N°2. Elaboración propia.

A continuación, se presentan algunas imágenes de la implementación de matemática

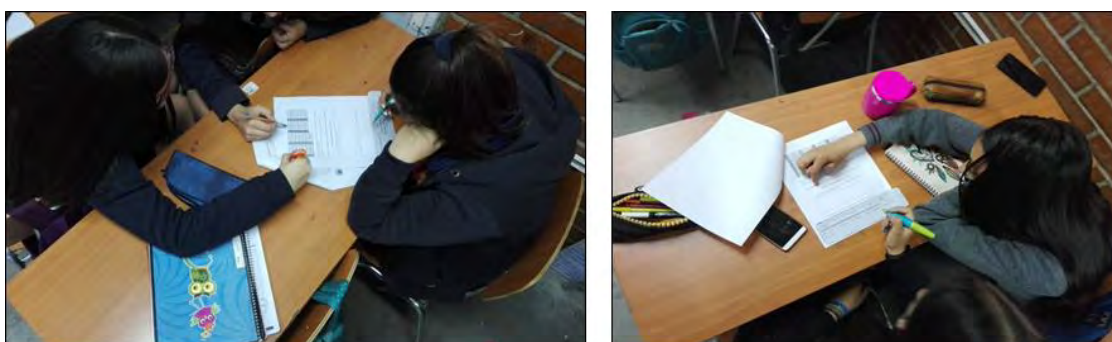


Imagen 4.1 y 4.2: Implementación clase N°2 Matemática

4.5.2 Resultados Física

En el presente apartado se propone a presentar las respuestas obtenidas por el estudiantado en la clase ¿Cómo se mueven las partículas? correspondiente a la disciplina de Física. Es importante mencionar que respecto a la guía del estudiante sólo se presentarán los resultados obtenidos de la pregunta 1 de la actividad inicial: ¿Por qué se mueven así las partículas? y la pregunta de la actividad final: Apliquemos lo aprendido, con la finalidad de realizar un análisis sobre el progreso del aprendizaje del estudiantado y el cumplimiento del objetivo de la clase.

Al finalizar la clase, se le solicitó al estudiantado que respondan al final de la guía: ¿Qué opinas acerca de las actividades? y ¿Cuál fue el aprendizaje más significativo obtenido a partir de las actividades?

Respecto a la pregunta 1 de la actividad inicial: ¿A qué crees que se debe el movimiento desordenado de las partículas?, las respuestas se clasificaron de acuerdo a los factores que consideran el estudiantado, para ellos se consideran las siguientes categorías: temperatura, estado de la materia, vibraciones, cargas, fuerzas, tamaño y omite. A continuación, en el gráfico 4.5 se presentan las respuestas del estudiantado.

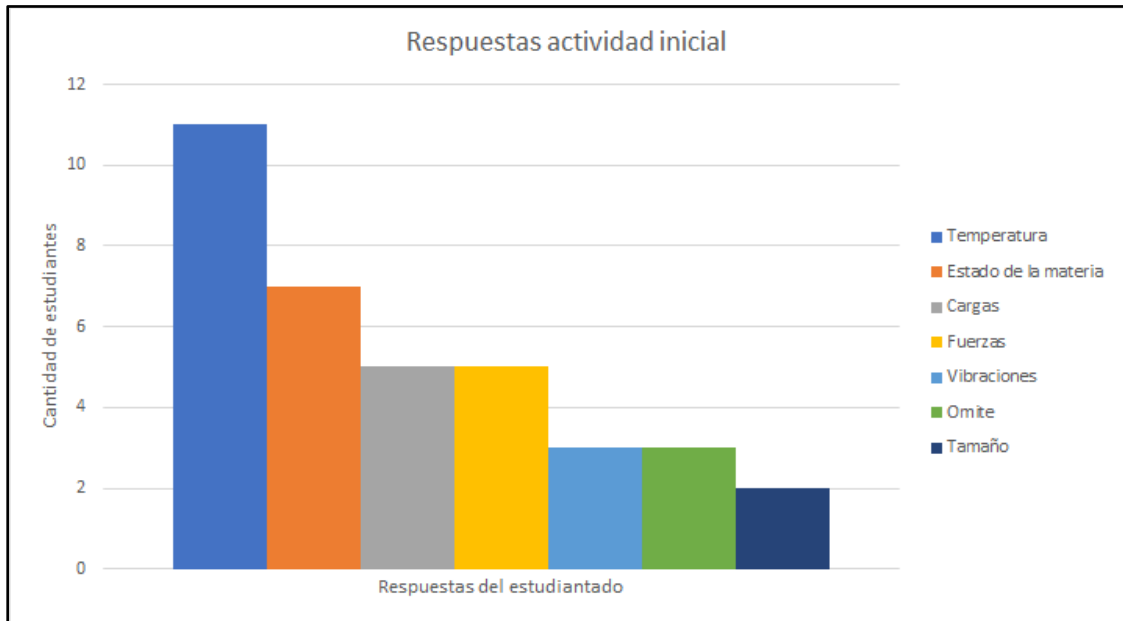


Gráfico 4.5: Respuestas de la pregunta 1 correspondiente a la actividad inicial de la disciplina de Física. Elaboración propia.

En el gráfico 4.6, se exponen las respuestas obtenidas por el estudiantado en la pregunta final: ¿Qué pasaría con las nanopartículas que se encuentran contenidas en el aerosol si este se deja expuesto al sol por algunas horas? Argumenta utilizando los siguientes conceptos: movimiento aleatorio, movimiento browniano, energía cinética, temperatura. Para ello, las respuestas se clasifican en dos niveles:

Nivel I: repuestas donde el estudiantado involucra completamente y de forma correcta los conceptos.

Nivel II: respuestas donde el estudiantado involucra parcialmente los conceptos.



Gráfico 4.6: Respuestas a la pregunta de la actividad final de la disciplina de Física. Elaboración propia.

En el gráfico 4.7 se presentan los resultados obtenidos a partir de la pregunta de valoración realizada al estudiantado: ¿Qué opinas acerca de las actividades realizadas? Los comentarios son agrupados en cuatro categorías: comentarios positivos, sugerencias a la actividad, comentarios negativos, omite.

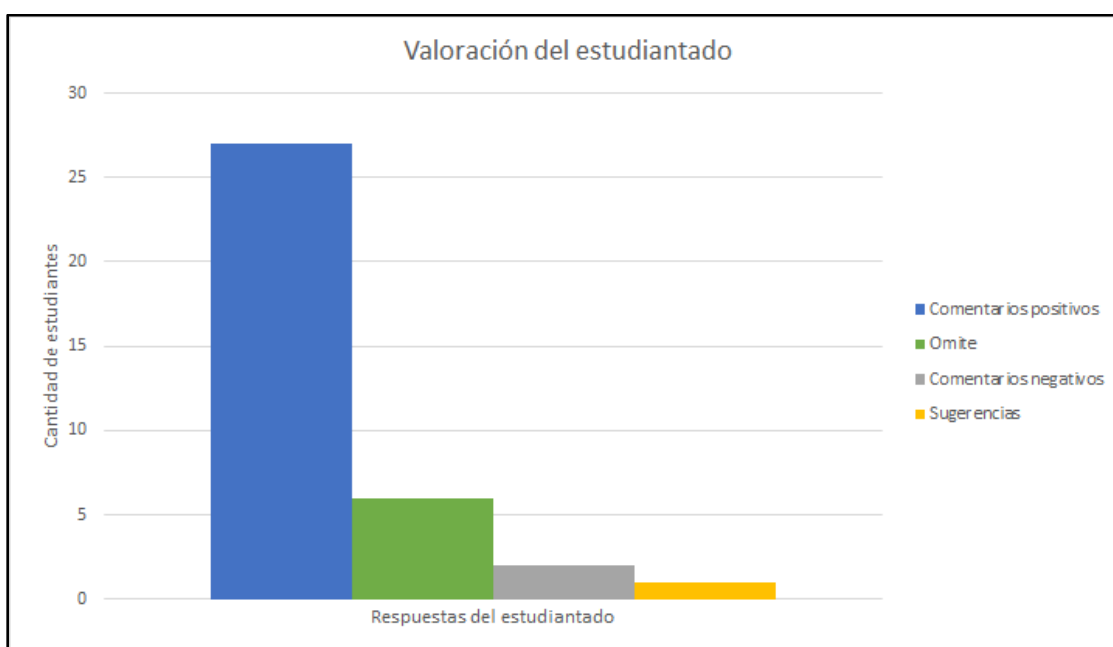


Gráfico 4.7: Valoración del estudiantado sobre la secuencia didáctica correspondiente a la disciplina de Física. Elaboración propia.

Por otro lado, se le preguntó al estudiantado: ¿Cuál fue el aprendizaje más significativo obtenido a partir de las actividades? Los comentarios fueron agrupados en tres categorías: Movimiento Browniano, Movimiento de las nanopartículas y omiten, como se aprecia en el gráfico 4.8.

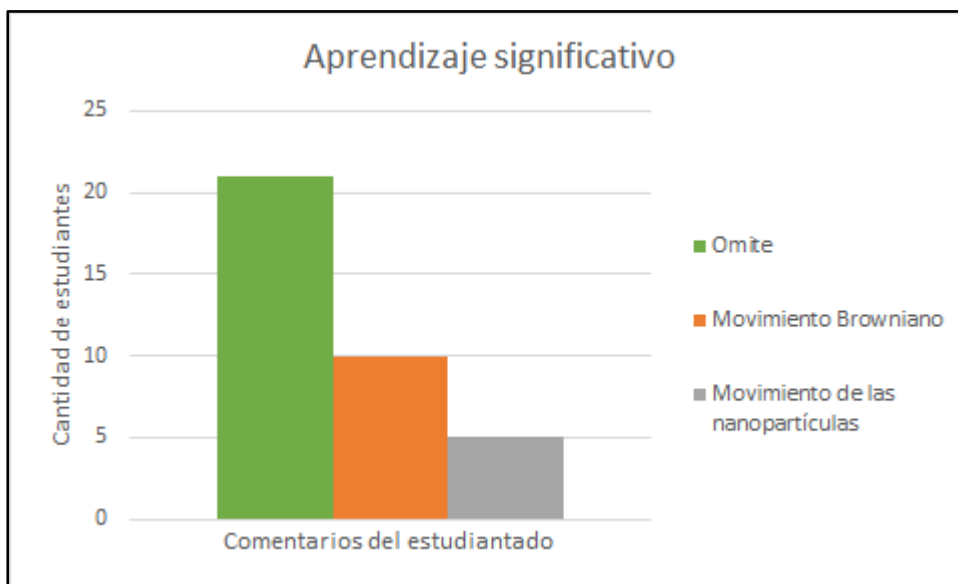


Gráfico 4.8: Valoración del estudiantado sobre su aprendizaje significativo sobre la implementación de la disciplina de Física. Elaboración propia.

A continuación, se presentan imágenes de la implementación de física



Imagen 4.3 y 4.4: Implementación clase de Física

4.5.3 Resultados Química

En el presente apartado se presentan las respuestas obtenidas por el estudiantado en la clase “Las superestructuras que nos rodean”, correspondiente a la disciplina de Química. Es importante mencionar que respecto a la guía del estudiante sólo se presentarán los resultados obtenidos de la pregunta 1: ¿Qué propiedades podría adquirir Frost al convertir su cuerpo en diamante? y la pregunta 2 de la actividad inicial: ¿Qué propiedades podría adquirir Frost al convertir su cuerpo en grafito?, con la finalidad de realizar un análisis sobre los conocimientos previos del estudiantado frente a los contenidos correspondientes a las estructuras del carbono.

Respecto a la pregunta 1 de la actividad inicial, mencionada anteriormente, las respuestas se clasificaron de acuerdo a los factores que consideran el estudiantado, para ellos se consideran las siguientes propiedades como categorías: dureza, eléctricas, dureza y eléctricas, y omite. A continuación, en el gráfico 4.9 se presentan las respuestas del estudiantado.

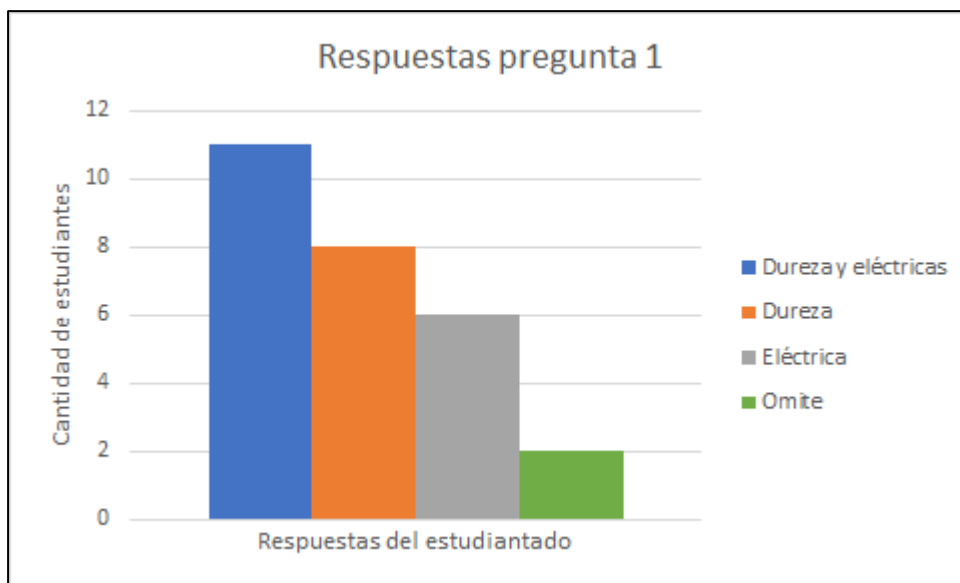


Gráfico 4.9: Respuestas de la pregunta 1 correspondiente a la actividad inicial de la disciplina de Química. Elaboración propia.

En la pregunta 2 de la actividad inicial, mencionada anteriormente, las respuestas se clasificaron de acuerdo a los factores que consideran el estudiantado, para ellos se consideran las siguientes categorías: blando, eléctricas, blando y propiedades eléctricas, y omite. A continuación, en el gráfico 4.10 se presentan las respuestas del estudiantado.

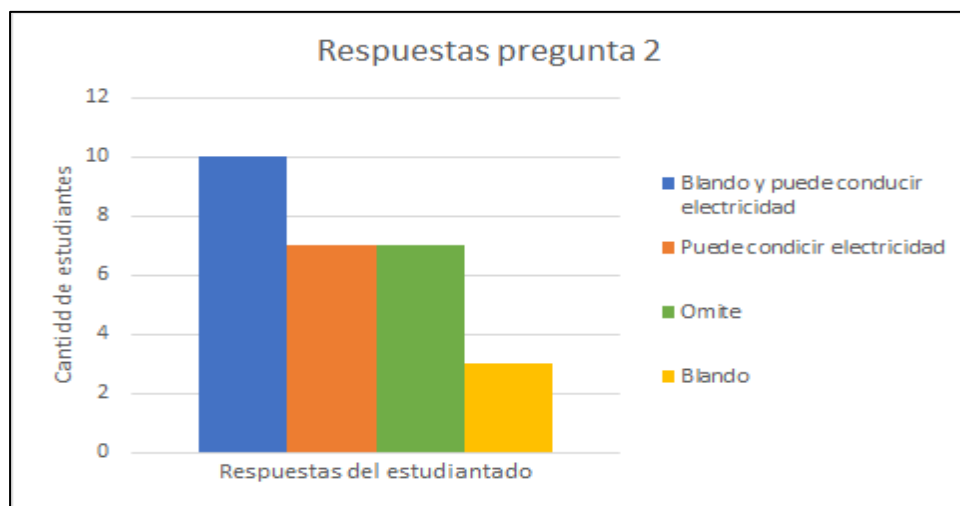


Gráfico 4.10: Respuestas de la pregunta 2 correspondiente a la actividad inicial de la disciplina de Química. Elaboración propia.

La actividad final, correspondiente a la actividad N°3 “Cada oveja con su pareja”, no se pudo realizar por falta de tiempo, debido a las implicaciones de la implementación, donde la clase comenzó unos minutos tarde, como también el atraso de la mayoría del estudiantado, por lo que no se obtuvieron resultados concretos de la actividad.

Al finalizar la clase, se le solicitó al estudiantado que respondan al final de la guía: ¿Qué opinas acerca de las actividades? y ¿Cuál fue el aprendizaje más significativo obtenido a partir de las actividades? En el gráfico 4.11 se presentan los resultados obtenidos a partir de la primera pregunta de valoración realizada al estudiantado, los comentarios son agrupados en cuatro categorías: comentarios positivos, comentarios negativos, omite.

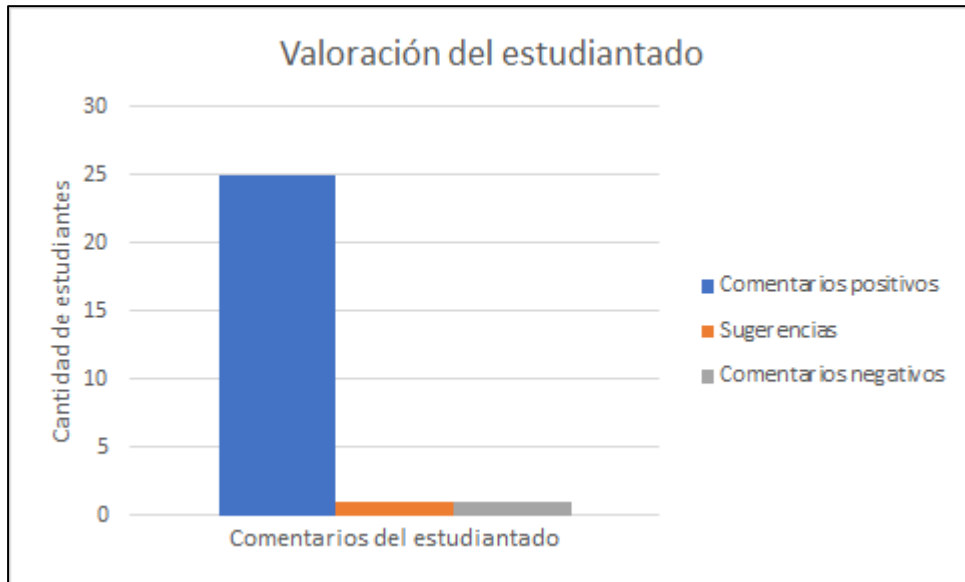


Gráfico 4.11: Valoración del estudiantado sobre la secuencia didáctica correspondiente a la disciplina de Química. Elaboración propia.

Por otro lado, se le preguntó al estudiantado: ¿Cuál fue el aprendizaje más significativo obtenido a partir de las actividades?, los resultados fueron agrupados cinco categorías: Propiedades y aplicaciones del carbono, Alotropía del carbono, Hibridación del carbono y Omite

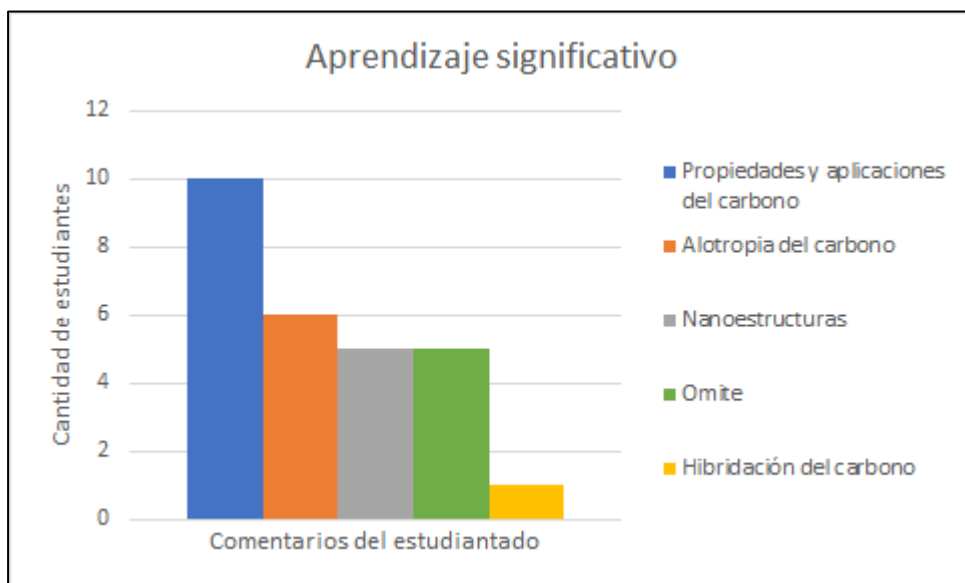


Gráfico 4.12: Aprendizaje significativo del estudiantado en la secuencia didáctica correspondiente a la disciplina de Química. Elaboración propia.

A continuación, se presentan imágenes de la implementación de la clase de Química



Imagen 4.5 y 4.6: implementación clase de Química.

4.6 Análisis de resultado de la implementación de la secuencia didáctica

A partir de los resultados obtenidos de las implementaciones de la secuencia didáctica, se analizan las respuestas realizadas por el estudiantado, con el fin de observar el cumplimiento o no de los objetivos de las clases.

4.6.1 Análisis Matemática

Clase N°1: “Escalas y Mundos”

A partir de los resultados obtenidos en la implementación de la clase N°1 de Matemática, se observa que el estudiantado logra realizar correctamente el cambio de escala, ya que la mayoría a pesar de no responder correctamente la escala lograda (relacionada a la unidad de medida), logra matemáticamente comprender el tamaño logrado, donde posteriormente en conjunto con el docente el estudiantado puede reconocer las escalas correspondientes a cada medida encontrada. Además, a través de los ejemplos dados se puede corroborar la comprensión del estudiante según el tamaño trabajado, donde se aprecia la alfabetización del estudiante frente al tamaño de las estructuras que los rodea.

Al unir lo anterior con el objetivo planteado para la clase, que es el de identificar la escala nanométrica y aplicar el concepto de escala para su acercamiento al mundo nanométrico, se puede deducir que ambos objetivos se encuentran desarrollados por el estudiantado, aunque en la clase planteada no se verifica el logro de aprendizaje del estudiantado, ya que la pregunta final hace referencia a lo que se verá la siguiente clase, más que una actividad que represente los logros esperados, ya que este se verifica al observar el trabajo del estudiantado en la progresión de las preguntas planteadas, para posteriormente formalizar cada una de las escalas.

Clase N°2: “Descubriendo el mundo Nanométrico”

A partir de los resultados obtenidos en la implementación de la clase N°2 de Matemática, se observa que todo el estudiantado posee un manejo adecuado sobre las propiedades de potencias y el uso de notación científica.

Respecto al objetivo planteado para la clase, el cual consiste en que el estudiantado pueda familiarizarse con algunos de los conceptos esenciales de la NyN, se puede deducir que este se lleva a cabo, debido a la información recogida en el plenario. Sin embargo, para esta clase no se puede identificar el logro de aprendizaje en el estudiantado, ya que la secuencia didáctica es progresiva y secuencial, donde el aprender y el aplicar los conceptos de NyN son evaluados al final de la secuencia didáctica a través de la realización del proyecto.

4.6.2 Análisis Física

A partir el gráfico 4.5 referente a las respuestas entregadas por el estudiantado en la pregunta 1 de la actividad inicial, se observa que el 30,6% del estudiantado asocia que el principal factor del movimiento aleatorio de las partículas se debe a la temperatura del medio, mientras que el 19,4% lo asocia al estado de la materia en que se encuentran las partículas señalando que es un estado gaseoso. El 8,3% del estudiantado responde que se debe a las vibraciones de las partículas y el 1,7% lo atribuye a las fuerzas. El 5,6% considera que se debe principalmente al tamaño de las partículas, un 1,7% lo asocia a las cargas que presentan y un 8,3% omite la pregunta.

En esta pregunta se puede observar que la mayoría del estudiantado atribuye que el principal factor influyente en el movimiento aleatorio de las partículas en el aire se debe a la temperatura, lo cual es un contenido previo considerado para la realización de la clase y que ha sido visto en años anteriores en ciencias naturales.

En cuanto a la pregunta correspondiente a la actividad final, se le solicita al estudiantado que aplique lo aprendido durante la clase en una situación contextualizada, cuyas respuestas se encuentran resumidas en el gráfico 4.6. Esta pregunta es de gran relevancia en la clase de física, ya que a partir de esta se puede observar el cumplimiento o no del objetivo estipulado.

A partir de las respuestas, se observa que el 61,1% del estudiantado se encuentra en el nivel I, donde en sus respuestas involucran los conceptos de movimiento Browniano, temperatura y energía cinética de forma correcta, explicando que debido al aumento de estas variables se ocasionan colisiones entre las nanopartículas generando la explosión del producto.

El 25% del estudiantado se encuentra en el nivel II, donde responden parcialmente la pregunta, asociando dos conceptos donde especifican que se debe al aumento de temperatura y de energía cinética.

El 13,9 % del estudiantado omite la pregunta.

Por otro lado, tal como se mencionó anteriormente se le solicitó al estudiantado su opinión sobre la actividad y el aprendizaje que obtuvieron de esta.

En el gráfico 4.7 se observa que el 77,8% del estudiantado evalúa con comentarios positivos la actividad. Estos comentarios son relacionados con la didáctica utilizada en la clase y se destaca el hecho de que la clase sirvió para reforzar contenidos vistos.

El 5,6% del estudiantado evalúa con comentarios negativos, los cuales hacen referencia a que la clase fue repetitiva. Esto se debe a que las actividades estaban diseñadas para considerar las concepciones previas del estudiantado, metodología que declararon no usar en sus clases de física.

El 2,3% del estudiantado realiza sugerencias a las actividades, como por ejemplo realizar presentaciones que expliquen aplicaciones de la Nanociencia. Sin embargo, como la secuencia didáctica es progresiva y finaliza con un proyecto, las aplicaciones de Nanociencia y Nanotecnología son incluidas en las disciplinas de Matemática, Química y Biología.

El 19,4% de los estudiantes omiten esta pregunta, puesto que las preguntas fueron realizadas de forma oral y se les solicitó que las escribieran al final de sus guías.

En cuanto al gráfico 4.8, se observa que el 27,8% del estudiantado responde que el aprendizaje más significativo fue el concepto de movimiento browniano, ya que era un contenido que no lo habían visto en años anteriores. El 16,7% considera que el aprendizaje más significativo es sobre cómo se mueven las nanopartículas señalando que a menor tamaño mayor será el movimiento. Ahora bien, el 55,6% del estudiantado omite a esta pregunta, debido a lo mencionado anteriormente. Sin embargo, el 65% de estos estudiantes respondieron a la pregunta de la actividad final incluyendo todos los conceptos de manera correcta.

Realizando un análisis comparativo entre las respuestas de la pregunta inicial (gráfico 4.5) y las respuestas de la pregunta de la actividad final (gráfico 4.6), se puede deducir que la mayoría del estudiantado del curso pudo entender y distinguir como es el comportamiento de las nanopartículas de un fluido cuando son expuestas a temperaturas elevadas, cumpliendo así con el objetivo propuesto para la actividad, la cual fue realizada en el tiempo planificado.

4.6.3 Análisis Química

A partir de los resultados obtenidos en la implementación de la clase de Química, se observa que en la actividad inicial y en la actividad 1, el estudiantado logra reconocer las diversas estructuras del carbono y algunas de sus propiedades.

En cuanto al objetivo de la clase, el cual es que el estudiantado conozca algunas de las nanoestructuras de carbono y sus propiedades, se puede apreciar que en la actividad N°2 específicamente en el apartado “¿Cómo son las propiedades en las nanoestructuras de carbono?”, el 100% del estudiantado logra conocer las cuatro nanoestructuras y sus principales propiedades, sin embargo, esto al ser una actividad de observar material multimedia y de registrar información, no se puede asegurar que el estudiantado haya logrado comprenderlas, ya que por motivos de tiempo no se aplicó la actividad de cierre “cada oveja con su pareja”, la cual sirve como indicador de logro.

Conclusiones

A continuación, se presentan las conclusiones obtenidas de la propuesta didáctica para la enseñanza de NyN a través de las Ciencias escolares y Matemática para segundo año medio. Las conclusiones se basan esencialmente en el análisis de los recursos didácticos diseñados, validaciones e implementación de la propuesta didáctica con su objetivo general y objetivos específicos, correspondientes a la elaboración de una propuesta para la enseñanza de conceptos de Nanociencia y Nanotecnología, la cual fue creada a partir de recursos didácticos y teóricos, tales como: teorías constructivistas del aprendizaje, el uso de cómic y cine presentes en las guías del estudiantado, material audiovisual adaptado, con la finalidad de presentar desde el enfoque STEAM los conceptos de NyN para promover el proceso de alfabetización científica.

La necesidad de la propuesta didáctica surge a partir de los múltiples ajustes que ha experimentado el currículum nacional, donde en las Bases curriculares de segundo medio se presenta una visión de las ciencias escolares de forma integrada.

Cumplimiento de objetivos

El en capítulo 1 de antecedentes, se plantea los objetivos de la propuesta. Respecto a los objetivos específicos, los primeros objetivos planteados hacen referencia a la articulación y a la elaboración del material y actividades:

Objetivo específico 1: Diseñar actividades de aprendizaje interdisciplinar en NyN, con un enfoque STEAM y de trabajo colaborativo.

El proyecto que enmarca todas las actividades que se realizan en la propuesta, está realizado bajo las premisas del enfoque STEAM, el cual fomenta la interdisciplinariedad abordado desde las tres ciencias escolares en conjunto con la disciplina de Matemática. El tópico de tecnología se trabaja transversalmente en cada una de las actividades de la propuesta, además la ingeniería y el arte son abordados por el proyecto en sí mismo.

Se cumple completamente este objetivo, ya que la propuesta didáctica diseñada, no sólo aborda contenidos referidos a NyN, a través de diferentes actividades que unen contenidos vistos en cada una de las disciplinas abordadas, sino que también crea una unión entre estas, potenciando un trabajo colaborativo e interdisciplinario entre cada una de las disciplinas. El objetivo de la interdisciplinariedad de la propuesta didáctica se cumplió, dado los resultados de

la evaluación de los expertos, como se observa en la tabla 4.12 y 4.13, donde el 67% de los expertos considera que se cumple con este objetivo.

Objetivo específico 2: Generar instrumentos de evaluación y orientaciones didácticas al docente sobre NyN.

Este objetivo específico se cumplió completamente, ya que, dentro de la propuesta diseñada, se generaron instrumentos de evaluación para el proyecto general, teniendo diferentes métodos de evaluación para el estudiantado.

Adicionalmente se elaboró material para el docente según cada disciplina, donde se especifica el objetivo para cada clase, indicaciones didácticas para las actividades propuestas y los mecanismos de evaluación del estudiantado.

Por otra parte, con el fin de evaluar y optimizar el material diseñado, se propusieron como objetivos:

Objetivo específico 3: Validar la secuencia didáctica a través del juicio de expertos docentes y expertos NyN.

Este objetivo específico se logró completamente, dado que la validación realizada por juicios de expertos docentes y expertos en NyN, se realizó a través de una rúbrica de valoración de indicadores y preguntas abiertas, diseñando para ello un libro para el docente. Se obtuvieron las validaciones de docentes y expertos de manera completa, excepto Matemática que fue validada por un experto docente.

Objetivo específico 4: Implementar actividades didácticas en situación de contexto.

Este objetivo se encuentra parcialmente cumplido, debido a que se realizó la implementación en aula, en Matemática, Física y Química. Debido a las limitaciones en cuanto al tiempo y la disposición de los establecimientos no se implementó la secuencia didáctica completa en un mismo establecimiento.

Finalmente, al evaluar el objetivo general de la propuesta: "Diseñar una secuencia didáctica interdisciplinaria que contribuya a desarrollar la alfabetización científica en Nanociencia de los estudiantes de segundo medio". Este objetivo se cumplió completamente, donde desde un inicio se generaron las instancias necesarias para el diseño de la propuesta didáctica, partiendo por la investigación de los contenidos a abordar y su contexto actual en la educación para el nivel de segundo año medio, visto principalmente en el capítulo de antecedentes, como también toda la investigación pertinente que enriquecieron teóricamente la propuesta, señalada en el

capítulo 2 del Marco Teórico y a partir del proceso de implementación y validación se optimizó y ajustó la secuencia didáctica.

La propuesta diseñada, se enmarcó en el desarrollo por parte del estudiantado de un proyecto donde el propósito fue desarrollar un bosquejo de producto, utilizando nanopartículas o nanomateriales, para ello se elaboraron un set de guías didácticas que integra la Matemática, la Física, la Química y la Biología como asesorías teóricas que fundamenten el proyecto, además de vincular los contenidos vistos en cada disciplina con contenido en NyN, generando con ello una alfabetización del estudiantado en el área de NyN.

Proyección de la propuesta

En la proyección de la línea de recursos didácticos para la enseñanza de NyN en aulas, la presente propuesta didáctica es la segunda en adaptarse al Currículum Nacional vigente, teniendo en consideración los objetivos de aprendizajes, contenidos y habilidades de pensamiento científico establecidas en cada disciplina.

Una de las principales contribuciones de esta propuesta didáctica, es que, para los contenidos a abordar, se plantearon objetivos de clase para NyN que se espera que el estudiantado sea capaz de lograr a partir de las actividades diseñadas, los cuales refuerzan los contenidos incluidos en el Currículum Nacional vigente.

Por otro lado, esta propuesta didáctica permite llevar a cabo la interdisciplinariedad a través de la integración de las NyN, contribuyendo al estudiantado una percepción integral de las ciencias, fortaleciendo en sí misma la alfabetización científica, la cual es transversal en las diferentes disciplinas abordadas. Además, para los docentes se puede potenciar el trabajo colaborativo y las redes de apoyo para lograr un mismo objetivo.

A pesar de que la implementación de la propuesta didáctica diseñada comprende un margen reducido de horas pedagógicas (10 horas pedagógicas), esta exige la coordinación de los tiempos entre los docentes de cada disciplina, y de los espacios que brinden los establecimientos para este tipo de implementaciones, lo que puede verse como una de las limitaciones que tiene la propuesta didáctica.

Otra de las posibles limitaciones que presenta la implementación de la propuesta es la falta de formación en NyN en los docentes, ya que, a pesar de las orientaciones dadas a través de las guías al docente diseñadas, es necesario que los docentes se instruyan sobre estos contenidos, lo cual implica la creación de espacios que potencien la enseñanza de las NyN para docentes en enseñanza media, en los diferentes planes y programas de las universidades.

Debido a las limitaciones de la implementación de la secuencia didáctica anteriormente mencionadas, surge la invitación para realizar futuros trabajos similares a éste, donde la interdisciplinariedad prime al momento de planificar los contenidos en colaboración de diferentes disciplinas y con ello no sólo crear una unión de las ciencias, sino un modelo educativo interdisciplinario. Esperando que esta propuesta sea de inspiración para futuras propuestas e investigaciones, donde se fomente la alfabetización en diferentes disciplinas y se promuevan competencias en diversos contextos a través de un modelo integrador como la interdisciplinariedad.

Referencias Bibliográficas

- Agencia de Calidad de la Educación (2016). Pisa 2015: Chile mejora significativamente en lectura. Recuperado de <http://www.agenciaeducacion.cl>
- Agüero, S. O., García-Salcedo, R., Guzmán, D. S., y Mendoza, J. G. (2012). Los cómics en la enseñanza de la Física: Diseño e implementación de una secuencia didáctica para circuitos eléctricos en bachillerato. *Latin-American Journal of Physics Education*, 6(3).
- Alegria Coto, J. R. (2004). La nanotecnología y su impacto en la Educación Superior Universitaria. *Realidad y Reflexión*. 4 (12), 19-30.
- Almidón, I. (2007). *El papel de la interdisciplinariedad en la enseñanza aprendizaje de la matemática*. Comunidad de Educadores para la Cultura Científica, España: IBERCIENCIA
- Alegria Coto, J. R. (2004). La nanotecnología y su impacto en la Educación Superior Universitaria. *Realidad y Reflexión*, 4 (12), 19-30.
- Alsina, J. (2013). Introducción. *Rúbricas para la evaluación de competencias*, 1 ed. Barcelona: OCTAEDRO, pp.8-13.
- Barrows, H. (1986). A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical education*. 20(6), p.481-486.
- Bembibre, V. (2008). Definición de cine. *DefiniciónABC* <https://www.definicionabc.com/?s=Cine>
- Bhushan, B. (2016). History, Status, and Importance of Nanoscience and Nanotechnology Education. In: B. Bhushan and K. Winkelmann, *Global Perspectives of Nanoscience and Engineering Education*,. EEUU: Springer, pp.7-9.
- Busquets, T., Larrosa, P., y Silva, M. (2016). Reflexiones sobre el aprendizaje de las ciencias naturales: nuevas aproximaciones y desafíos. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*. 42(especial), p.117-135.
- Bustamante, P., Carmona, M. y Rentería, Y. (2007). La importancia del uso de estrategias de aprendizaje en el desarrollo de procesos de enseñanza. Fundación Universitaria Luis Amigo. Medellín, Colombia. Recuperado de: <http://www.funlam.edu.co>
- Bustos, M. 2017. Físicos critican reducción de horas del ramo en propuesta curricular. *La Tercera*. Recuperado de <http://www2.latercera.com/noticia/fisicos-critican-reduccion-horas-del-ramo-propuesta-curricular/>
- Camacho, A., Duque, C. A., Giraldo, J. J., y Guerrero, M. E. (2011) La divulgación en Colombia de la nanociencia y la nanotecnología en tiempos de cambio. Mundo Nano. *Revista Interdisciplinaria en Nanociencia y Nanotecnología*, 4(2).
- Carvajal, Y. (2010). Interdisciplinariedad: desafío para la educación superior y la investigación. *Revista Luna Azul*. (31), p.156-169.
- Calatayud, M. (2008). La autoevaluación como estrategia de aprendizaje para atender a la diversidad. España: *Educaweb*. <https://www.educaweb.com>
- CEDENNA, 2010. Recuperado de <http://cedenna.cl/en/usach-undertakes-innovative-upgrading-course-for-teachers-in-the-area-of-science-and-technology/>
- CEDENNA, 2017. Recuperado de <http://cedenna.cl/en/motivados-por-taller-pronano-docentes-de-ensenanza-media-transmitiran-bondades-de-la-nanociencia-a-sus-estudiantes/>

- Chen, C. J. (1993). *Introduction to scanning tunneling microscopy*. 4. Reino Unido: Oxford University Press on Demand.
- CPM Científica (2002). Nanotech the tiny revolution. www.cientifica.com
- CORFO y Fundación Chile (2017). Preparando a Chile para la sociedad del conocimiento.
- Cornejo, L. (2015). Propiedades de las nanopartículas, recuperado de: <http://nuevatecnologiasymateriales.com>
- Cox, C. (1998). El fondo de la reforma curricular de Educación Media: Preparar para el Futuro. *Revista Enlaces*. (15).
- Díaz, L. (2015). Inclusión de la nanociencia y la nanotecnología en el salón de clases: retos y oportunidades. *El Sol*. 56(1), p.8-15.
- ECBI, 2015. Educación en ciencias basada en la indagación. Santiago, Chile. Recuperado de <http://www.ecbichile.cl/home/historia/>
- Enlaces, 2009-2015. Historia. Recuperado de <http://www.enlaces.cl/sobre-enlaces/historia/>
- Escobar-Pérez J. y Cuervo-Martínez A. (2008) Validez de contenido y juicio de expertos: Una aproximación a su utilización. *Avances en Medición*, 6, pp 27–36.
- Fajardo M. (2017). Científicos critican duramente reducción de horas de biología, química y física en currículum escolar. *El Mostrador*. Recuperado de: <http://www.elmostrador.cl>
- Foro Económico Mundial, 2017. Cuarta revolución industrial. Recuperado de <https://es.weforum.org/>
- Fundación Enseña Chile. (2015). Aprendizaje Basado en Proyecto. Recuperado de <https://ensenachile.cl/wp-content/uploads/2015/05/Aprendizaje-basado-proyectos.pdf>
- García, M. (2017). Perspectivas para la innovación en educación nanociencia y nanotecnología. *Revista de educación y desarrollo*. 41, p. 93-101.
- García, Y., Reyes, D., y Burgos, F. (2017). Actividades STEM en la formación inicial de profesores: nuevos enfoques didácticos para los desafíos del siglo XXI. *Revista electrónica Diálogos Educativos*. 18(33), p.37-48.
- Geim, A. (2009). Graphene: Status and Prospects. *Review Science*, 324 (5394), p.1530-1534
- Gessa, A. (2011). La coevaluación como metodología complementaria de la evaluación del aprendizaje. Análisis y reflexión en las aulas universitarias. *Revista educación*. (354). p.749-764.
- Giraldo, J., Serena, P., y Tutor, N. (2014). *Guía didáctica para la enseñanza de la nanotecnología en educación secundaria*. Madrid, España.
- Godemann, J. (2007). Métodos de enseñanza y aprendizaje interdisciplinario. *Polis, Revista de la Universidad Bolivariana*. 6(16), p-1-21.
- Gómez, F. (2012). La comprensión pública de la nanotecnología en España. *Revista CTS*. 7(20), p.117-207
- González, M., García, L., García, E., Travieso, Y., y Puldón, G. (2015). Propuesta de actividades con un enfoque interdisciplinario que favorezca la integración de las disciplinas de Ciencias Básicas. *Educación Médica Superior*. 29(3).

- Gutiérrez, A., Janett, B., López Meléndez, A., Rodríguez Liñán, C. Y., López, L., y Abraham, D. (2015). La nanotecnología a 40 años de su aparición: Logros y tendencias. *Ingenierías*, 18(66), p.13-23.
- Hernández, A., Hernández F., y Pino, B. (2015). Relación currículo didáctica: hilo conductor de la planeación diaria de la clase. *Atenas*. 2(30), p.146-161.
- Julio, C. (2010). Legítimo Aprendices: Recuperando al sujeto en el proceso educativo. *Educación y Sociedad*.
- Larmen, J., y Margendoller, J. (2010). Seven Essentials for Project-Based Learning. *Educational Leadership*. 68(1), p.34-37
- Lenoir Y. (2005) El enfoque interdisciplinario: otra forma de concebir la acción de formación. Conferencia en la Universidad de Monterrey. Laminario en formato PDF. 61 páginas. México, Universidad de Monterrey; 2005. p. 61
- León, E. (2013). *La interdisciplinariedad y su incidencia en el aprendizaje significativo en los estudiantes de los sextos años de Educación General Básica de la Escuela Fiscal México de la Ciudad de Ambato*. (Maestría). Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.
- Lizcano Álvarez, J. (2003). Proyecciones económicas y sociales de la nanociencia y la nanotecnología. Encuentros Multidisciplinares. Recuperado de: <https://www.repositorio.uam.es>
- Maldonado, M. (2007). El trabajo colaborativo en el aula universitaria. *Laurus*. (13) (23). p. 263-277. Recuperado de <http://www.redalyc.org>
- Massimino, L. (2010). Teoría constructivista del aprendizaje. Recuperado de <http://www.lauramassimino.com/proyectos/webquest/1-2-teoria-constructivista-del-aprendizaje>
- Martí,J., Heydrich, M., Rojas,M. y Hernández, A. (2010). Aprendizaje basado en proyecto. *Revista Universidad EAFIT*. 46(158), p.11-21.
- Max-Neef,M.(2004).*Fundamentos de la interdisciplinariedad*.[Archivo PDF]. Recuperado de <http://ecosad.org/phocadownloadpap/otrospublicaciones/max-neef-fundamentos-transdisciplinariedad.pdf>
- Merkle,R. (s.f). Hay mucho espacio en la parte inferior. EE.UU: Nanotechnology. Recuperado de <http://www.zyvex.com/nanotech/feynman.html>
- Ministerio de Educación. (2009) Marco Curricular. Santiago, Chile.
- Mccloud, S. (2005). Entender el cómic. El arte invisible. Bilbao: Astiberri Ediciones.
- Ministerio de Educación. (2015). Bases Curriculares. 7° básico a 2° medio. Santiago
- Ministerio de Educación. (2016). Nuevas Bases Curriculares y Programas de Estudio. 7° y 8° año de Educación Básica/1° y 2° año de Educación Media. Cartilla de orientaciones técnicas. Santiago.
- Morales,P. (2012). “Uso de cómics como recurso didáctico en una estrategia de aprendizaje activo de la ciencia”. En G.Pinto y M.Martín, *Enseñanza y divulgación de la Química y la Física* (p.119-124). Madrid:Garceta.

- Morrissey, J. (2008). El uso de TIC en la enseñanza y aprendizaje: Cuestiones y desafíos. 81-90. Buenos Aires, Argentina: Unicef.
- NanoAction. (2007). Principios para la supervisión de nanotecnologías y nanomateriales.
- Nanotechnology Products Database. (s.f.) StatNano. <http://product.statnano.com/>
- Navarro, M., y Förster, C. (2012). Nivel de alfabetización científica y actitudes hacia la ciencia en estudiantes de secundaria: comparaciones por sexo y nivel socioeconómico. *Pensamiento Educativo. Revista de investigación Educativa Latinoamericana*. 49(1), p.1-17.
- OCDE, 2016. PISA Resultados claves. Recuperado de <https://www.24horas.cl/incoming/article2213801.ece/BINARY/Informe%20PISA%202015.pdf>
- Oliva, A., Rejón, V., López, N., Avila, E., Kantún, T., Corona, J y Peña, J. (1993). Microscopio de efecto túnel con resolución atómica. *Revista mexicana de Física*. 40(1), p.106-118.
- ONCN (Oficina Nacional de Coordinación de la Nanotecnología) (2009), Nanotechnology, Big Things From a Tiny World, <https://www.nano.gov/node/240>
- Ortiz Granja, D. (2015). El constructivismo como teoría y método de enseñanza. Sophia, Colección de Filosofía de la Educación, (19).
- Pedreño, M. (2006). Repercusiones económicas de los avances en Nanotecnología. España: Instituto de Economía Internacional. *Recuperado de <https://iei.ua.es/es/>*
- Perera, F. (2009, junio). Proceso de enseñanza aprendizaje. Interdisciplinariedad o Integración. *Varona* 43-49. Recuperado de <http://www.redalyc.org>
- Pérez, J. (2002). *Elaboración de un modelo de plataforma digital para el aprendizaje y la generación de conocimientos*. (Tesis doctoral). Universidad Complutense de Madrid Facultad de Educación, Madrid, España.
- Pérez, S., y López, N. (2007). Metodología docente para la enseñanza de los recursos humanos: el uso del cine. *Aula abierta*. (35), p.63-74.
- Posada, R. (2004). Formación superior basada en competencias, interdisciplinariedad y trabajo autónomo del estudiante. *Revista Iberoamericana de Educación*.
- Quintili, M. (2012). Nanociencia y Nanotecnología... un mundo pequeño. Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación. Ensayos, (42), 125-155.
- Quirola, N., y Márquez, V. (2017). *Propuesta didáctica para incorporar Nanociencia y Nanotecnología en el currículum nacional de ciencias vigente en la tercera unidad de IV medio*. (Tesis de pregrado). Universidad de Santiago de Chile, Chile.
- Real Academia Española. (2003). Historieta. En *diccionario de la lengua española* (23a ed.). Recuperado de <http://dle.rae.es/?id=KXE9Ryz>
- Ribeiro, A. V., y de Souza, M. P. (2015). Proyecto de ambientes innovadores de enseñanza y la propuesta del laboratorio de formación interdisciplinar de educadores en nanociencia y nanotecnología-LIFENano/IFSP. *MOMENTO*, (49E), 38-48.

- Ribeiro, A. V., de Souza Filho, M. P., y Alfonso, A. B. (2016). Formación en Nanotecnología para la educación secundaria: acciones y perspectivas del proyecto LifeNano-IFSP. *MOMENTO*, (51E), 17-31.
- Rodríguez, C. (2003). Nociones y destrezas básicas sobre el análisis de datos cualitativos. Seminario internacional titulado: El proceso de investigación en educación, algunos elementos clave. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO), Universidad de Granada. Santo Domingo, República Dominicana.
- Rodríguez, E., Vargas, E. y Luna, J. (2010). Evaluación de la estrategia "aprendizaje basado en proyectos". *Educación y educadores*. 13(1), p.13-25.
- S.a, (2015). Cinco aplicaciones que tendrá la nanotecnología en los smartphones. One magazine, recuperado de: <https://www.onemagazine.es/>
- Sabariego, J., y Manzanares, M. (2006). Alfabetización científica. In *México DF, México: Memorias del I Congreso Iberoamericano de Ciencia, tecnología, sociedad e innovación*.
- Sajja, H. K., East, M. P., Mao, H., Wang, Y. A., Nie, S., & Yang, L. (2009). Development of multifunctional nanoparticles for targeted drug delivery and noninvasive imaging of therapeutic effect. *Current drug discovery technologies*, 6(1), 43-51.
- Sánchez, M., y Tagüeña, J. (2011). El manejo de las escalas como obstáculo epistemológico en la divulgación de la nanociencia. *Mundo Nano. Revista Interdisciplinaria en Nanociencias y Nanotecnología*. 12(2), p.83-102.
- Sci-Tech (2005). Nanotecnología para teléfonos celulares, recuperado de: <https://www.euroresidentes.com>
- SENCE, (s.f.). Instrumentos de evaluación. <http://www.sence.cl>
- Shapira, P., y Youtie, J. Unclassified DSTI/STP/NANO (2012) 14.
- Schunk, D. (1997). *Teorías del aprendizaje*, México, Editorial Prentice Hall Hispanoamericana.
- Taniguchi, N. (1974). On the Basic Concept of Nano-Technology (sobre el concepto básico de Nano-Tecnología) Proc.Intl.Conf.Prod.Eng. Tokyo, Part II, Japan Society of Precision Engineering (JSPE), 2 (1074), pp. 18-23.
- Trujillo, F. (2015). Aprendizaje basado en proyectos. Infantil, Primaria y Secundaria. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Subdirección General de Documentación y Publicaciones.
- Toumey, C., & Baird, D. (2006). Building nanoliteracy in the university and beyond. *Nature Biotechnology*, 24(6), 721.
- Tutor, J. (2013). Formación en Nanociencia y Nanotecnología: un reto en Iberoamérica. *Revista de Física*. (46E), p.42-53.
- Ucha, F. (2010). Definición de coevaluación. *DefiniciónABC*. <https://www.definicionabc.com/?s=Coevaluaci%C3%B3n>
- UNESCO (2007). Ética y política de la nanotecnología. Recuperado de <http://www.bioeticanet.info/documentos/UnescoEtyPolNanotecnol.pdf>

- UNESCO (2008). Nanotecnología y ética. Políticas e Iniciativas. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001521/152146S.pdf>
- Web of Science, 2000. Nanotechnology and education. Recuperado de Winkelmann, K., y Bhushan, B. (Eds.). (2016). Global perspectives of nanoscience and engineering education. Switzerland: Springer.
- Záyago, E., y Foladori, G. (2010). La nanotecnología en México: un desarrollo incierto. *Economía, sociedad y territorio*. 10(32), p.143-178.
- Zárate, A., y Zumelzu, E. (2011). La nanociencia y la nanotecnología, un desafío a potenciar en el crecimiento económico de Chile. *Red NANODYF-CYTED. MUNDO NANO*. 4(2), 29-33.
- Zárate, C. (2007). "El reto de la interdisciplinariedad: desde su concepción hacia la práctica pedagógica". En C. Pérez, R. Olivo y L. Eneida (ed). La interdisciplinariedad en la educación superior. (pp.9-10). República Dominicana.

Apéndice 1: Secuencia didáctica

Introducción

A pesar de que la Nanociencia y la Nanotecnología (NyN) no están incluidas en el Currículum Nacional, se presenta a continuación un material diseñado para facilitar al docente una herramienta que involucre al estudiantado en la NyN a través de las disciplinas de Física, Química, Biología, en un trabajo colaborativo e interdisciplinario con la disciplina de Matemática, teniendo presente los Objetivos de Aprendizaje (OA) y habilidades establecidas por el Ministerio de Educación (MINEDUC) para el nivel de Segundo año de Enseñanza Media.

A partir de las actividades planteadas en la secuencia interdisciplinar, se espera que el estudiantado pueda desarrollar una alfabetización científica en Nanociencia, que conozca una ciencia de frontera, que distinga los conceptos esenciales y que sea capaz de reconocer aplicaciones, impacto, beneficios y riesgos de esta área de conocimiento.

La secuencia didáctica está diseñada bajo el aprendizaje constructivista, el que contribuye al desarrollo de habilidades interpersonales, solución de problemas y pensamiento crítico. Además, este modelo de aprendizaje es complementado con educación del enfoque Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemática (STEAM, por sus siglas en inglés).

Este enfoque, busca que el estudiantado trabaje en las salas de clases de forma similar como lo hace un científico y a la vez incorporando el arte como una disciplina primordial para promover la creatividad y el desarrollo de un aprendizaje integral¹.

Objetivo general

El objetivo general de la propuesta didáctica se da a través de un proyecto en que el estudiantado genere un bosquejo de un producto que esté basado con nanopartículas o nanomateriales, aplicando los contenidos vistos desde la primera clase de Matemática (escalas y mundos) hasta la clase de biología (manipulación genética).

La Nanociencia es una ciencia de frontera que actualmente representa contingencia científica, innovación, y controversia en algunas de sus aplicaciones (nanotecnología), por lo cual surge la necesidad de conectar el estudio académico de las ciencias con los avances científicos y tecnológicos actuales. Al trabajar las tres disciplinas de ciencias (Física, Química y Biología) en

¹ García, Y., Reyes, D., y Burgos, F. (2017). Actividades STEM en la formación inicial de profesores: nuevos enfoques didácticos para los desafíos del siglo XXI. *Revista electrónica Diálogos Educativos*. 18(33), p.37-48.

conjunto con la disciplina de matemática, se otorga una visión de las ciencias escolares menos segregada y cercana al trabajo real del científico.

Importancia de enseñar Nanociencia y Nanotecnología

La formación científica es relevante para la sociedad, y no solamente para aquellos que quisieran seguir una profesión en ese ámbito, pues la Ciencia y Tecnología se encuentran en muchos aspectos de nuestro día a día, otorgando una base para el desarrollo de la vida.

Unos de los principales problemas a los que se enfrenta la ciencia en Chile y en Latinoamérica, es la escasa divulgación y la poca existencia de tópicos de ciencia de frontera en el ámbito educativo. En el marco curricular chileno, se establece la necesidad de actualización, reorientación y enriquecimientos curriculares que se derivan de cambios acelerados en el conocimiento y en la sociedad², sin embargo, en los programas actuales de ciencia y de Matemática no se incorporan ciencias de frontera. A excepción en la disciplina de Química Plan diferenciado en IV medio, en la unidad 1, se aborda la Nanotecnología de los sólidos y sus proyecciones, pero no se establecen contenidos mínimos para este contenido. No obstante, estos contenidos son vistos en la formación electiva, sólo para estudiantes de colegios científicos humanistas que escojan esta especialidad.

El desarrollo de la Nanotecnología se ha transformado en una de las tecnologías más relevantes para el presente siglo, tecnología que puede otorgar diferentes soluciones a los problemas actuales a través de materiales, que, debido a su pequeña escala, adquieren diferentes propiedades a comparación de las macroestructuras. Además, la Nanotecnología es un área de estudio contingente y con aplicaciones en diferentes áreas, no tan sólo en Matemática, Física, Química y Biología, sino también en múltiples ámbitos de la ciencia, como la medicina, ingeniería, entre otros. Es por esto, que la propuesta didáctica se encuentra diseñada para que los docentes a cargo de las disciplinas trabajen de forma colaborativa y distribuyendo los contenidos.

¿Cómo implementar la propuesta?

La Nanociencia y Nanotecnología se desarrollan en un contexto de pequeñas dimensiones, en el orden de los nanómetros. Es por esto, que es necesario comenzar con la ubicación de escalas, ya que existe una dificultad epistemológica³, debido a que los seres humanos

² Ministerio de Educación [MINEDUC] (2009) Marco Curricular. Santiago, Chile.

³ Giraldo, J., Serena, P., y Tutor, N. (2014). Guía didáctica para la enseñanza de la nanotecnología en educación secundaria.

entienden ciertos tamaños y distancias cercanos a su contexto de vida: desde milímetros hasta kilómetros, por lo que la percepción de nanómetro se hace confusa y difícil de entender. Es por ello, que en la presente propuesta didáctica se comienza en Matemática con actividades que permite al estudiantado realizar un paseo por los diversos mundos (macro mundo, micro mundo y nano mundo). Por otra parte, se presentan variadas aplicaciones en diferentes áreas, como en materiales deportivos, en automóviles y cosméticos. También, se presentan actividades para que el estudiantado pueda analizar cómo es el movimiento de las nanopartículas, conocer las estructuras y nanoestructuras de carbono junto a sus principales propiedades, para finalmente conocer algunos de los riesgos y beneficios de utilizar materiales con nanopartículas.

La propuesta didáctica se encuentra diseñada para incorporar contenidos de Nanociencia y Nanotecnología y abordarlos de tal manera que cumplan con los contenidos establecidos en las bases curriculares de ciencia y Matemática. Las actividades presentadas tienen la finalidad de lograr tanto los objetivos de aprendizaje (establecidos por el currículum) para las respectivas disciplinas como los objetivos de clase para de NyN (planteados en esta propuesta) para los contenidos de Nanociencia y Nanotecnología.

La implementación de la propuesta considera las unidades que se presentan en la tabla 1

Tabla 1: Unidades de implementación de la propuesta

| Disciplina | Unidad | Horas pedagógicas |
|------------|----------------------------------|-------------------|
| Matemática | Eje temático: Números, Unidad 1 | 4 |
| Física | Unidad 3 (Trabajo y energía) | 2 |
| Química | Unidad 3 (Química orgánica) | 2 |
| Biología | Unidad 4 (Manipulación genética) | 2 |

Para mayor detalle, a continuación, se muestra una línea temporal acerca de la articulación de la propuesta:

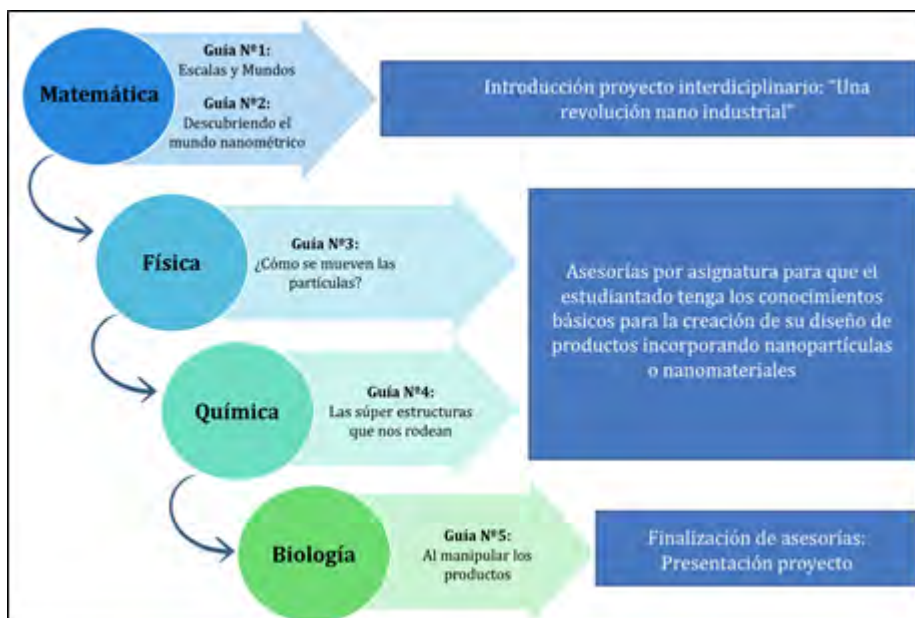


Figura 1: Articulación propuesta didáctica. Elaboración propia.

A continuación, se presenta el material preparado, el cual consiste en una serie de guías del estudiante y la guía al docente, las que serán presentadas según la cronología correspondiente a la propuesta. Además, en el siguiente link se puede obtener y visualizar el material diseñado: <https://drive.google.com/drive/folders/1uauPD7wCTXHjNC0HKFuEDmYH7kK24Gvs?usp=sharing>

Cabe destacar, que las orientaciones al docente se presentan a continuación de las guías del estudiante. Estas incluyen ideas claves para las respuestas, matriz curricular, acotaciones al docente, los tiempos estimados para cada actividad y cuenta con las referencias de las imágenes utilizadas.

La propuesta se centra en que el estudiantado logre generar un bosquejo de producto en que se incorpore Nanotecnología, a través de nanopartículas o nanomateriales; es por ello que es de suma relevancia, generar los marcos en que se desarrollará el proyecto interdisciplinar, además los mecanismos de evaluación lo que serán presentados al estudiantado, a través de la guía del proyecto interdisciplinar, que se encuentran en la clase N°1 diseñada para Matemática y las acotaciones que todos los docentes que están involucrados deberían conocer.

Apéndice 2: Material didáctico para Matemática

Clase N°1:

“Escalas y mundos”

De lo más grande a lo más pequeño

| | | |
|---------------|--------------|------------------|
| Nombre: _____ | Fecha: _____ | Curso: II° _____ |
|---------------|--------------|------------------|

Objetivos:

- Identificar la escala nanométrica.
- Aplicar el concepto de escalas para su acercamiento al mundo Nanométrico.

Ant-man: el pequeño superhéroe




Uno de los últimos superhéroes que destacan en el universo de Marvel, es Ant-man, conocido como el *hombre hormiga*, donde Scott Lang (un ladrón) debe ayudar a su mentor, el Dr. Henry «Hank» Pym, a salvaguardar el misterio de la tecnología de “Ant-Man”, traje que permite a su usuario disminuir el tamaño, aumentando su fuerza.

Pero ¿cómo es que este superhéroe, puede lograr a disminuir su tamaño?, y con respecto a su tamaño ¿qué tamaño crees que Ant Man se encuentra? ¿qué seres vivos encontramos en el tamaño más pequeño que podría alcanzar Ant-man?

ACTIVIDAD INICIAL: El Traje de Ant-man.

Supongamos que Scott Lang, te presta el traje de Ant-man, que como ya sabemos, al utilizarlo podemos aumentar o disminuir nuestro tamaño. Realiza las siguientes actividades de manera grupal (máximo tres integrantes):

-  1- Asumiendo que cada estudiante tiene una altura de un metro y se aumenta la altura del estudiante en un factor de 10^3

1.a ¿Cuál es el tamaño resultante?

| |
|--|
| |
|--|

1.b ¿Qué ejemplos podríamos encontrar que tengan el mismo rango de tamaño aumentado que el estudiante?



2- Considerando el aumento de tamaño del estudiante en la pregunta 1. Si se realiza una reducción de un factor 10^3

2.a ¿Cuál es el tamaño resultante?

2.b ¿Qué ejemplos podríamos encontrar que tengan el mismo rango de tamaño que el estudiante?



3- Nuevamente se realiza una reducción de factor 10^3

3.a ¿Cuál es el tamaño resultante?


3.b ¿Qué ejemplos podríamos encontrar que tengan el mismo rango de tamaño que el estudiante?



4- Se vuelve a reducir al estudiante en un factor de 10^3 ¿cuál es el tamaño?

4.a ¿Cuál es el tamaño resultante?

4.b ¿Qué ejemplos podríamos encontrar que tengan el mismo rango de tamaño que el estudiante?



¿Sabías que...?

Los objetos que tienen un tamaño en el rango 10^{-6} metros forman parte del mundo microscópico, en este mundo podemos encontrar algunas bacterias y virus.



5- Si volvemos a realizar una nueva reducción de factor 10^3 al tamaño resultante

5a. ¿Cuál es el tamaño resultante?

5.b ¿Qué ejemplos podríamos encontrar que tengan el mismo rango de tamaño que el estudiante?

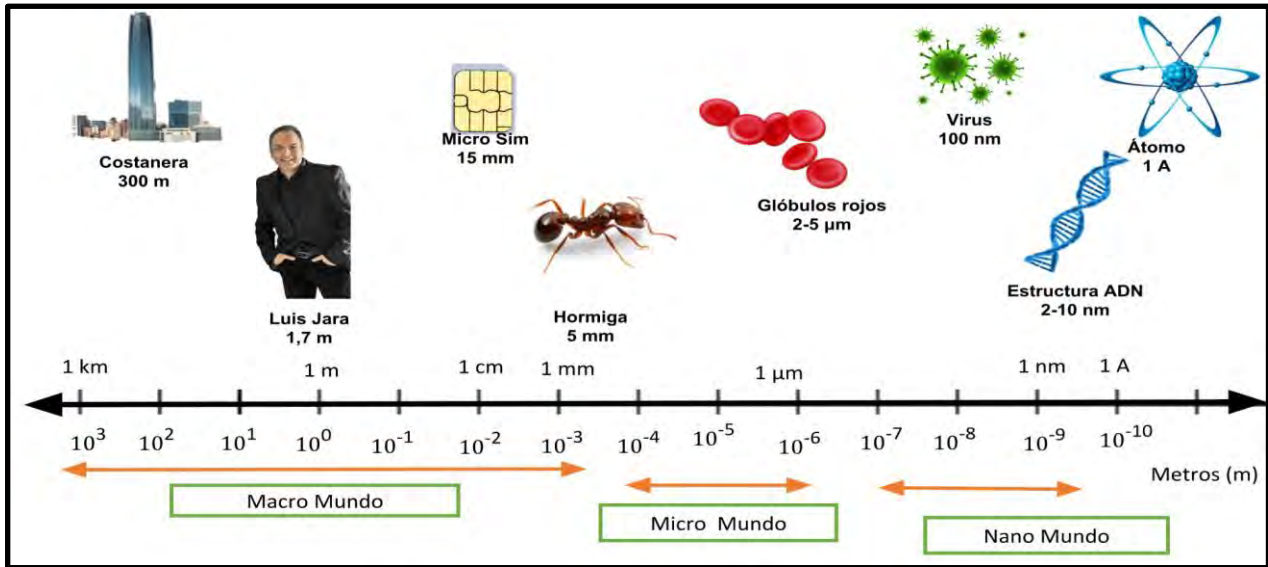


Formalicemos lo aprendido

En la actividad 1, hemos realizado un paseo por los diversos mundos: Inicialmente nos encontrábamos en el mundo macro, donde transcurre nuestra vida. Luego pasamos al tamaño micro, donde se requiere de materiales especializados que nos permitan observar estructuras pertenecientes al micro mundo, como, por ejemplo, los microscopios. En la pregunta N°5 se obtiene un tamaño 1000 veces menor que el tamaño de una micra o un millón de veces más pequeño que un milímetro, el nuevo tamaño del estudiante corresponde

a un **nanómetro**. El prefijo **nano**, precedente del latín *nanus* significa enano. Es un prefijo utilizado en el sistema internacional de unidades e indica un factor de 10^{-9} y la tecnología que permite observar objetos con tamaños cercano al nanómetro son los microscopios electrónicos.

A continuación, se presenta un esquema donde se ejemplifican las diferentes escalas de tamaños anteriormente vistos:



ACTIVIDAD FINAL: No sólo Ant-man se acerca al mundo Nanométrico.

No solo Ant-man se acerca al mundo nanométrico, ya que el último traje de Iron Man, que desarrolló Tony Stark, está constituido por nanopartículas, las cuales, según lo visto en clase, son partículas de un tamaño muy muy pequeño (10^{-9} m).



 ¿Por qué crees tú que Tony Stark decidió utilizar este tipo de partículas para desarrollar su último avance con Ironman? Justifica tu respuesta.

PROYECTO INTERDISCIPLINARIO: “Una revolución nano industrial”

| | |
|--|--|
| Objetivo proyecto: El siguiente proyecto tiene como finalidad crear una propuesta de un producto que incorpora Nanotecnología para aplicar principios básicos de esta rama de conocimientos, a partir de contenidos ya vistos durante el año. | Objetivo de la clase: presentar el proyecto, su organización y duración |
|--|--|

Instrucciones Generales del proyecto:

1. Cada grupo de trabajo tendrá como máximo de cinco integrantes, los que serán designados por el profesor, donde se trabajará de manera colaborativa

¿Qué es el trabajo colaborativo?

- Todos los integrantes del grupo dan ideas, libremente y desde la creatividad y fortalezas de cada uno se aporta a la solución del problema.
- Se deben ayudar mutuamente a partir de sus fortalezas, pues cada uno aporta a partir de lo que mejor sabe hacer.
- Cada miembro del equipo tiene un rol importante y una tarea que cumplir, haciéndose responsable de ella. Entre todos tomamos las decisiones
- Se evalúa el grupo, pero se considera los rendimientos individuales en cuanto a conocimiento, participación y compromiso.



Para el correcto desarrollo del proyecto designen roles que realizará cada integrante del grupo, los cuales serán rotados en cada sesión, los que se presentan a continuación:

| Integrante | Rol | Definición del Rol |
|----------------|----------------------------------|--|
| Integrante N°1 | Representante y líder del grupo. | Coordina los esfuerzos de todos, es disciplinado, centrado y equilibrado. Habla, pero, sobre todo, es capaz de escuchar a los demás. Motiva y anima al grupo de trabajo. |
| Integrante N°2 | Investigador | Fuente de información del equipo, encargado de buscar y actualizar la información requerida en el proyecto. |
| Integrante N°3 | Creativo | Fuente de ideas originales y de la propuesta, busca integrar los contenidos de manera dinámica. |
| Integrante N°4 | Secretario y vocero | Registrar información y comunicar los resultados del grupo. |
| Integrante N°5 | Logística | Persona encargada de la optimización de los tiempos y los objetivos; debe llevar a cabo un continuo seguimiento. |

2. El proyecto es un trabajo interdisciplinario entre las asignaturas de ciencias (Química, Biología y Física) y Matemática, para ello a través de diferentes clases clave, se desarrollará un modelo respecto a la Nanociencia y Nanotecnología, para que logren crear la propuesta de un producto.

Las clases de cada asignatura tendrán los siguientes ejes de contenidos:

| Asignatura | Eje de contenidos |
|-------------------|--|
| Matemática | Unidad de números: escalas y potencias. |
| Física | Unidad de energía: Energía cinética y movimiento browniano. |
| Química | Unidad de Química orgánica: El carbono y su estructura. |
| Biología | Unidad de Manipulación Genética: beneficios y riesgos de la manipulación genética. |

3. El proyecto se efectuará a través de las siguientes etapas:

| | |
|--|---|
| Etapas I: Levantamiento de problemática | Se realiza la introducción del proyecto, se arman los grupos de trabajo, se plantea además la problemática a trabajar. |
| Etapas II: Búsqueda y creación | Se realizarán las asesorías del contenido según cada disciplina, ya obteniendo toda la información necesaria y se da paso a la creación de la propuesta del producto. Esta etapa es crucial, para adaptar los contenidos vistos con el objetivo final del proyecto. |
| Etapas III: Comunicación de resultados | Presentación del proyecto terminado. |

4. Evaluación del proyecto

La evaluación del proyecto será a través de diferentes evaluaciones, las que serán ponderadas con los porcentajes que se presentan a continuación:

1. Autoevaluación (15%)
2. Coevaluación grupal (15%)
3. Participación (20%)
4. Presentación de la propuesta de producto generado (50%)

La nota final ponderada corresponderá a una nota en las asignaturas que participan en el proyecto (Matemática, Física, Química y Biología), a continuación, se presenta con detalle cada evaluación:

1. Autoevaluación (15%)

A partir de los criterios indicados en la tabla evalúa en la escala de 1 a 4, tu desempeño durante el proyecto.

| Criterio a Evaluar | Siempre (4) | Casi Siempre (3) | Regularmente (2) | Nunca (1) |
|---|------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------|
| Asistí puntualmente a clases | | | | |
| Escuche con atención a mis compañeros (ras) y profesor (a) | | | | |
| Compartí mis conocimientos con mi grupo | | | | |
| Cumplí con mis compromisos en los tiempos establecidos | | | | |
| Tomé la iniciativa en las actividades y propuse ideas | | | | |
| Cumplí a cabalidad los diferentes roles otorgados | | | | |
| Me apoyé en mis compañeros cuando fue necesario | | | | |
| Aporté en mantener un ambiente grato con mi grupo | | | | |
| Hice críticas constructivas, sin ofender ni presionar a mis compañeros de grupo | | | | |
| Acepte positivamente las críticas constructivas y las tome en cuenta | | | | |
| Acepté otras ideas, aunque sean diferentes a las mías | | | | |

2. Coevaluación Grupal (15%)

A partir de los criterios indicados en la tabla evalúa en la escala de 1 a 4, tu desempeño y el desempeño de tus compañeros de grupo durante el proyecto.

| Escala | Actitud | Trabajo colaborativo | Participación | Uso del Tiempo | Roles |
|--------------------------|--|--|---|--|---|
| Excelente (4) | Su actitud es siempre positiva ante el trabajo grupal, busca alternativas frente a cualquier problema | Escucha, comparte y apoya a los demás integrantes del grupo, siempre apela a la unidad del grupo. | Siempre aporta argumentos de forma respetuosa, los cuales son útiles en el desarrollo del proyecto. Evalúa alternativas en base a antecedentes y objetivos. | Es práctico y organizado en el uso de tiempo y cumple con sus compromisos en la fecha indicada. | Asume positiva y eficientemente roles o temas de los cuales se hace cargo. Muestra compromiso en el desarrollo de su rol. |
| Bueno (3) | Su actitud generalmente es positiva hacia el grupo y el proyecto | Generalmente comparte, escucha y apoya a los demás integrantes del grupo, no es conflictivo. | Generalmente presenta ideas útiles en la discusión del grupo y se expresa sus ideas de manera respetuosa. | Presenta organización en el uso del tiempo, aunque ha tenido atrasos en alguno de los compromisos. | Generalmente asume roles de manera positiva y se muestra comprometido con su rol. |
| Satisfactorio (2) | A veces muestra una actitud positiva con respecto al proyecto y al grupo. | Algunas veces escucha, comparte y apoya el esfuerzo de los demás integrante del equipo, no realiza grandes contribuciones o genera algunos conflictos. | Algunas veces proporciona ideas en la discusión del grupo o las presenta de una manera negativa | Presenta demora en los compromisos adquiridos, aunque no afecta en la fecha límite o pone en aviso en sus atrasos. | Asume sin motivación los roles otorgados. |
| Deficiente (1) | Presenta una actitud negativa frente al trabajo grupal y del proyecto, justificando siempre sus ineficiencias. | Raramente escucha, comparte y apoya a los demás integrantes del grupo, es individualista en las actividades, sin aportar al grupo. | Rara vez aporta ideas como en la toma de decisiones grupales, las cuales generalmente las expresa de manera negativa. Poco proactivo frente a las labores grupales. | Su irresponsabilidad con los tiempos afecta al grupo, donde otra persona asume su trabajo. | No cumple las labores de los roles asignados, no muestra compromiso con el trabajo. |

| Nombre del integrante | Actitud | Trabajo en equipo | Participación | Uso del Tiempo | Roles |
|-----------------------|---------|-------------------|---------------|----------------|-------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

| Crterios | Evaluación |
|---|------------|
| Comunican información mediante preguntas dirigidas, específica de cada clase. | |
| Formulan opiniones justificadas | |
| Participan en forma activa en la conversación | |
| Escuchan con atención al grupo que habla | |
| Respetan los turnos, esperando su momento para hablar. | |
| Tratan a los demás grupos de manera amable y cortés | |

3. Participación (20%)

En cada una de las clases a realizar se tendrá presente la participación grupal según las actividades planteadas, las que se evaluará a través de la siguiente rúbrica:

4. Presentación de la propuesta de producto generado (50%)

Se realizará dos evaluaciones al finalizar el proyecto, una de ellas será por la presentación del producto y por otro lado se deberá entregar a cada docente un material complementario que contenga la información específica sobre su producto creado, a través de un tríptico, el que será evaluado, a continuación se presentan las rúbricas con las que se evaluará:

4.a Presentación del proyecto

| Categoría | 4 Excelente | 3 Bueno | 2 Mínimo | 1 Deficiente | Puntaje |
|----------------------------------|--|--|--|---|---------|
| Promoción del producto | Se presenta el producto de manera clara y novedosa, se apoya la presentación a través de un afiche sobre el producto, trípticos y un prototipo de venta. | Se presenta el producto de manera clara y novedosa, no se presentan los elementos de apoyos adecuados como un afiche, un tríptico y un prototipo de venta. | Se presenta el producto de manera incoherente, con algunos vacíos en el uso de este y novedosa, lo que se aprecia en los elementos de apoyo de venta del producto. | La presentación del producto es incoherente y con una explicación confusa, no se presentan apoyos de ventas del producto. | |
| Uso científico de la información | Se realiza una breve explicación científica sobre las propiedades del producto y su finalidad, asociado a los | Se realiza una breve explicación científica sobre las propiedades del producto y su finalidad, pero esta | Se realiza una explicación incompleta sobre las propiedades del producto, pero esta presenta algunos errores | No se presenta las propiedades del producto y su finalidad, asociado a los conceptos vistos en las clases. | |

| | | | | | |
|----------------------------|---|--|--|---|--|
| | conceptos vistos en las clases. | presenta algunos errores e incoherencias. | e incoherencias. | | |
| Integración de disciplinas | En la explicación del producto se integra todos los conceptos vistos en las cuatro asignaturas, | En la explicación del producto se integra los conceptos visto en tres asignaturas. | En la explicación del producto se integra los conceptos visto en dos asignaturas. | En la explicación del producto se integra los conceptos visto en una asignatura. | |
| Creatividad | El producto presentado es innovador, es apoyado también a un nombre coherente y llamativo. | El producto presentado es innovador, aunque el nombre no presenta coherencia con su función. | El producto presentado no es innovador (es replicado en el mercado), aunque su nombre es coherente y llamativo. | El producto presentado no presenta innovación, y su nombre no presenta coherencia con su función. | |
| Orden y ortografía | Los materiales de apoyo para la presentación del producto no contienen ningún error ortográfico ni gramatical; la fuente de texto es clara y fácil de leer. | Los materiales de apoyo para la presentación del producto presentan algunos errores ortográficos y gramaticales; aunque la fuente de texto es clara y fácil de leer. | Los materiales de apoyo para la presentación del producto presentan algunos errores ortográficos y gramaticales; además se utiliza una fuente de letra poco clara. | Los materiales de apoyo para la presentación del producto presentan varias frases incoherentes y presenta varios errores ortográficos; se utiliza una fuente de letra poco clara. | |

Puntaje total: 16 puntos

4.b. Tríptico informativo, debe tener las siguientes secciones:

1. Portada informativa con el nombre del producto.
2. Usos del producto.
3. Argumentos científicos, según lo que se desarrolló en cada asignatura (mencionar las nanopartículas que lo contienen, escala, propiedades, argumentos éticos).
4. Diseño del producto.

| Categoría | 4 Excelente | 3 Bueno | 2 Mínimo | 1 Deficiente | Puntaje |
|-----------|--|--|---|--|---------|
| Portada | Se presenta el nombre y un dibujo característico del producto en un lugar de fácil visión, como también el | Se presenta el nombre y un dibujo característico del producto en un lugar de fácil visión, aunque faltan elementos | Se presenta el nombre y un dibujo característico del producto, aunque lo elementos se encuentran poco | Solo aparece el nombre del producto dejando de lado los elementos informativos y gráficos. | |

| | nombre de los autores y docentes. | de presentación. | visibles y atractivo visual. | | |
|------------------------|---|---|---|---|--|
| Introducción | Se realiza una breve explicación sobre la necesidad o problemática en que se basó la creación del producto, se mencionan conceptos claves asociados al producto o antecedentes previos. | Se realiza una explicación poco clara sobre la necesidad o problemática en que se basó la creación de productos, sin mencionar conceptos claves asociados al producto o antecedentes previos. | Se realiza una explicación poco clara e incompleta sobre la necesidad o problemática en que se basó la creación del producto, sin mencionar los conceptos asociados al producto o antecedentes previos. | Se realiza una explicación incompleta sobre la necesidad o problemática del producto, además se presentan incoherencias en su explicación, no se mencionan conceptos claves asociados al producto o antecedentes previos. | |
| Promoción del producto | Se presenta en una sección del tríptico un slogan creativo y original, apoyado por una imagen promocionando el producto. | Se presenta en una sección del tríptico un slogan poco creativo y original, apoyado por una imagen promocionando el producto. | Se presenta en una sección del tríptico un slogan poco creativo y original, sin ser apoyado por una imagen promocionando el producto. | No se presenta en el tríptico la promoción del producto a través del slogan o una imagen. | |
| Explicación del uso | Se presenta una breve explicación del uso del producto, y su manipulación (apoyado por imágenes o dibujos); se incorporan advertencias a tener en su manipulación o guardado. | Se presenta una breve explicación del uso del producto, y su manipulación sin estar apoyados de imágenes; no se incorporan advertencias a tener en su manipulación o guardado. | Se presenta una explicación incoherente del uso del producto, y su manipulación sin estar apoyados de imágenes; no se incorporan advertencias a tener en su manipulación o guardado. | No se presenta explicación del uso del producto, y su manipulación; se incorporan advertencias a tener en su manipulación o guardado. | |

| | | | | | |
|--------------------|--|---|---|---|--|
| Orden y ortografía | El tríptico no contiene ningún error ortográfico ni gramatical; la fuente de texto es clara y fácil de leer, resaltando conceptos claves, permitiendo la coherencia del producto presentado. | El tríptico contiene algunos errores ortográficos y gramaticales o la fuente de texto poco clara, aunque se mantiene la coherencia del producto presentado. | El tríptico contiene algunos errores ortográficos y gramaticales y la fuente de texto es poco clara, aunque se resaltan conceptos claves, no se mantiene en algunas partes la coherencia del producto presentado. | El tríptico tiene varias frases incoherentes y presenta varios errores ortográficos; se utiliza una fuente de letra poco clara, no existe coherencia en la presentación de los conceptos. | |
|--------------------|--|---|---|---|--|

En la rúbrica anterior se acoplará la siguiente categoría según cada asignatura

| | | | | | |
|------------|--|---|---|---|--|
| Matemática | Se presenta especificada la escala de tamaño de las nanopartículas y/o del nanomaterial que se trabaja en el producto. | Se presenta la escala de tamaño de las nanopartículas y/o del nanomaterial que se trabaja en el producto, de manera incompleta. | Se presenta con errores e incoherencias la escala de tamaño de las nanopartículas y/o del nanomaterial que se trabaja en el producto. | No se presenta especificada la escala de tamaño de las nanopartículas y/o del nanomaterial que se trabaja en el producto. | |
| Física | Se presenta especificado el comportamiento del producto al exponerlo a altas temperaturas (los que pueden estar ubicados en la mantención o cuidados del producto) | Se presenta de manera incompleta el comportamiento del producto al exponerlo a altas temperaturas. | Se presenta con errores e incoherencias el comportamiento del producto al exponerlo a altas temperaturas (los que pueden estar ubicados en la mantención o cuidados del producto) | No se presenta especificado el comportamiento del producto al exponerlo a altas temperaturas (los que pueden estar ubicados en la mantención o cuidados del producto) | |
| Química | Se presentan y se definen las propiedades del producto al utilizar nanopartículas y/o nanomateriales. | Se presentan y se definen con algunos errores las propiedades del producto al utilizar nanopartículas y/o nanomateriales. | Se presentan sin definir las propiedades del producto al utilizar nanopartículas y/o nanomateriales. | No se presentan las propiedades del producto al utilizar nanopartículas y/o nanomateriales. | |
| Biología | Se presentan los beneficios y los potenciales riesgos al utilizar las | Se presentan con algunos errores los beneficios y los potenciales riesgos al utilizar las | Se presentan los beneficios o los potenciales riesgos al utilizar las | No se presentan los beneficios y los potenciales riesgos al utilizar las | |






| | | | | | |
|--|--|--|---|--|--|
| | nanopartículas y/o nanomateriales, tanto para el ser humano como para el medio ambiente. | nanopartículas y/o nanomateriales, tanto para el ser humano como para el medio ambiente. | nanopartículas y/o nanomateriales, tanto para el ser humano como para el medio ambiente, además se presentan algunos errores e incoherencias. | nanopartículas y/o nanomateriales, tanto para el ser humano como para el medio ambiente. | |
|--|--|--|---|--|--|

Puntaje total: 12 puntos.

Guía al docente clase N°1:
 “Escalas y mundos”
 De lo más grande a lo más pequeño

A. Simbología

A continuación, se presenta una tabla de contenido, en la cual se adjuntan símbolos que representan diferentes momentos de aprendizaje que se llevarán a cabo durante la clase.

| | |
|---|---|
|  | Tips: Señala que hay información clave para que el estudiantado entienda y se introduzca al contenido. |
|  | Atención: Señala que hay información clave para comprender el contenido. |
|  | Actividad: Señala que el estudiantado debe aplicar lo aprendido o se le plantea una pregunta de desafío. |
|  | Trabajo grupal: Señala que la actividad a realizar es de manera grupal. |
|  | Plenario: Señala que se realiza una puesta en común con el curso. |

B. Matriz curricular

| Objetivo de Aprendizaje | Objetivo de clase para NyN |
|--|--|
| OA 2: Mostrar que comprenden las relaciones entre potencias, raíces enésimas y logaritmos. | Reconocer el nanomundo y sus dimensiones comparando tamaños de ejemplos y objetos. |

| Habilidades | Actitudes | Indicadores de Actitud |
|---|---|--|
| Resolver problemas utilizando estrategias como las siguientes: Simplificar el problema y | Abordar de manera flexible y creativa la búsqueda de soluciones a problemas de la vida diaria, de la sociedad en general, o propios de la | Aplican estrategias conocidas para obtener una solución. Buscan y prueban estrategias propias y alternativas. |

| | | |
|---|-------------|--|
| estimar el resultado. Descomponer el problema en subproblemas sencillos. Buscar patrones. | asignatura. | Escuchan los planteamientos de otros. Crean tácticas propias. |
|---|-------------|--|

| Planes y objetivos de clases | Conocimientos previos | Contenidos | Indicadores de Evaluación | Recurso de aprendizaje |
|--|--|---|--|--------------------------------------|
| Aplicar el concepto de escala para su acercamiento al mundo nanométrico. | Potencias de base 10. Propiedades de potencias. Notación científica. Potencia de base racional y exponente entero | Potencias y escalas. Nanoescala. | Los estudiantes identifican el factor 1000 utilizado en el sistema internacional, para los diversos tamaños. Los estudiantes identifican tamaños que se encuentran en el macro y micro mundo. | Guía de trabajo para el estudiantado |
| Tiempo estimado: 1 hora pedagógica | | | | |

La clase 1 de la asignatura de Matemática tiene como propósito que el estudiantado realice un paseo por las diversas escalas y mundos. Para esto, deberán ir reduciendo a un factor mil el tamaño de un metro hasta llegar al nanómetro. Además, a partir de esta clase se espera que el estudiantado pueda introducirse y familiarizarse con este mundo generalmente desconocido.

Conceptos claves: Nanomundo, nanómetro.

C. Secuencia didáctica

Instrucciones generales

Profesor(a), recuerde que las actividades planteadas deben ser desarrolladas por el estudiantado a través de un trabajo colaborativo, y usted debe medir y monitorear el trabajo realizado. Para ello, es de gran importancia que motive al estudiantado a participar en los diferentes momentos de la clase, a través de la lectura de las instrucciones, información de contenido, entrega de resultado y mediante un plenario cuando sea necesario. Es decir, el estudiantado debe tener un rol protagónico dentro de la sala de clase y en las actividades a realizar. Es importante, que genere las instancias para que el estudiantado pueda reflexionar y compartir diversas opiniones.

Inicio (5 minutos)

Se generan las condiciones necesarias para comenzar la clase. Posteriormente se les comenta a los y las estudiantes el objetivo de la clase y lo que se espera que sean capaces durante el desarrollo de esta.

Desarrollo (30 minutos)

Se le comenta al estudiantado que durante la clase se trabajará con una guía, donde deberán formar grupos de tres integrantes máximo. Comience distribuyendo las guías a cada estudiante y conduzca el desarrollo de las actividades. Pídale a algún estudiante que lea en voz alta el texto “Ant-man: el pequeño superhéroe” y refuerce las preguntas planteadas.



Ant-man: el pequeño superhéroe



Uno de los últimos superhéroes que destacan en el universo de Marvel, es Ant-man, conocido como el *hombre hormiga*, donde Scott Lang (un ladrón) debe ayudar a su mentor, el Dr. Henry «Hank» Pym, a salvaguardar el misterio de la tecnología de “Ant-Man”, traje que permite a su usuario disminuir el tamaño, aumentando su fuerza. Pero ¿cómo es que este superhéroe, puede lograr a disminuir su tamaño?, y con respecto a su tamaño ¿qué tamaño crees que Ant Man se encuentra? ¿qué seres vivos encontramos en el tamaño más pequeño que podría alcanzar Ant-man?

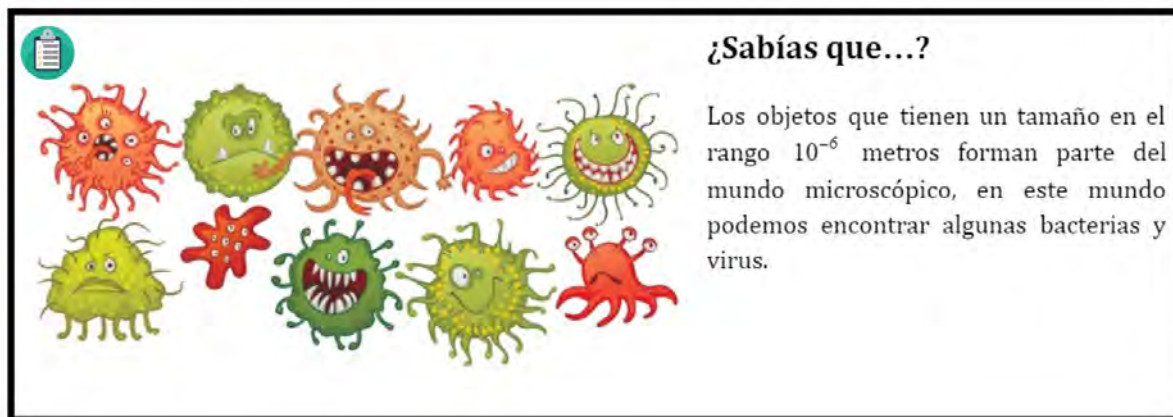
Leída la información, pídale al estudiantado que realicen las preguntas de la **Actividad inicial: el traje de Ant-man**. Previamente a realizar la actividad, mencione la siguiente situación: Supongamos que Scott Lang, te presta el traje de Ant-man, que como ya sabemos, al utilizarlo podemos aumentar o disminuir nuestro tamaño. Recalque que las siguientes actividades se deben desarrollar de forma grupal.

Otorgue entre **5-10 minutos** para el desarrollo de las preguntas. Además, **es importante señalar** que el aumento o reducción debe ser realizada a partir del resultado obtenido en la pregunta anterior.

Actividad inicial: El traje de Ant-Man (20 minutos)

| Preguntas | Ideas claves |
|-----------|---|
| 1.a | El tamaño resultante es de 1000 metros o 1 (km). |
| 1.b | Algunos ejemplos pueden ser: Edificios, distancias entre ciudades, puentes. |
| 2.a | El tamaño resultante es de 1 metro. |
| 2.b | Algunos ejemplos pueden ser: Alturas de personas, autos y animales. |
| 3.a | El tamaño resultante es de un milímetro |
| 3.b | Algunos ejemplos pueden ser: Insectos, cabeza de alfiler. |
| 4.a | El tamaño resultante es de una micra o la millonésima parte de un metro. |
| 4.b | Algunos ejemplos pueden ser: Bacterias, glóbulos rojos. |

Es probable que algunos estudiantes no conozcan ejemplos que tengan el mismo rango de tamaño de una micra. Es por ello, que a continuación se presenta la siguiente información:



Luego, lleve a los grupos de trabajo a responder la pregunta 5. Es probable que el estudiantado no reconozcan cuál es el tamaño resultante y los ejemplos de objetos que estén en el mismo rango. Vaya monitoreando sin dar la respuesta.

| Preguntas | Ideas claves a encontrar en las respuestas |
|-----------|---|
| 5.a | El tamaño resultante es de 1 nanómetro |
| 5.b | Algunos ejemplos pueden ser: virus y estructura ADN |



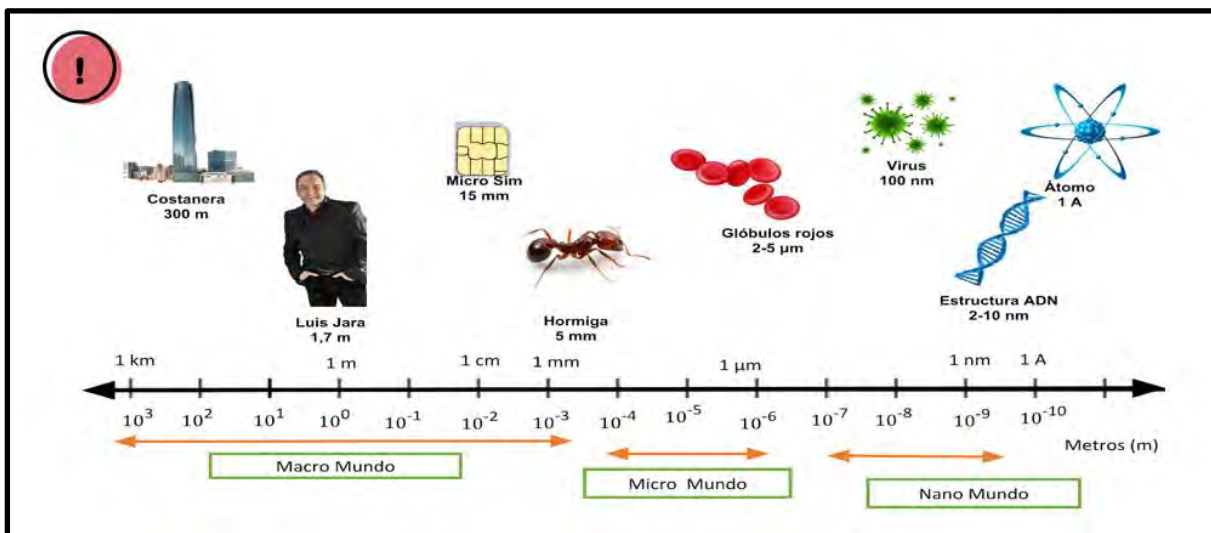
Realizadas las preguntas, recoja las ideas de los grupos para guiar la formalización de lo visto en la clase. Es importante enfatizar en la idea de que un nanómetro corresponde a 1000 veces menor que el tamaño de una micra o un millón más pequeño que un milímetro. Disponga de **10 minutos** para explicar la formalización.

Formalicemos lo aprendido

En la actividad 1, hemos realizado un paseo por los diversos mundos: Inicialmente nos encontrábamos en el mundo macro, donde transcurre nuestra vida. Luego pasamos al tamaño micro, donde se requiere de materiales especializados que nos permitan observar estructuras pertenecientes al micro mundo, como por ejemplo, los microscopios. En la pregunta N°5 se obtiene un tamaño 1000 veces menor que el tamaño de una micra o un millón de veces más pequeño que un milímetro, el nuevo tamaño del estudiante corresponde a un **nanómetro**. El prefijo **nano**, precedente del latín *nanus* significa enano. Es un prefijo utilizado en el sistema internacional de unidades e indica un factor de 10^{-9} y la tecnología que permite observar objetos con tamaños cercano al nanómetro son los microscopios electrónicos.

Posteriormente, explique la imagen que se presenta en la guía del estudiantado, la cual muestra diferentes escalas de tamaños visto en la clase: Macromundo, micromundo y nano mundo

Se recomienda proyectar la imagen y mencionar que la escala esta ordenada de lo más grande a lo más pequeño, esto debido al objetivo de la actividad.



En la actividad final, pídale a algún estudiante que lea la información. La finalidad de esta pregunta es despertar el interés del estudiantado sobre la Nanociencia y Nanotecnología. Como la pregunta es de carácter predictivo, no existen ideas claves para la respuesta de esta, ya que el estudiantado debe responder a base de sus concepciones. Otorgue **10 minutos** para el desarrollo de la actividad final.



ACTIVIDAD FINAL: No solo Antman se acerca al mundo Nanométrico.

No solo Antman se acerca al mundo nanométrico, ya que el último traje de Iron Man, que desarrolló Tony Stark, está constituido por nanopartículas, las cuales, según lo visto en clase, son partículas de un tamaño muy muy pequeño (10^{-9} m).



¿Por qué crees tú que Tony Stark decidió utilizar este tipo de partículas para desarrollar su último avance con Ironman? Justifica tu respuesta.

Realizada la actividad final, recoja las ideas de los grupos, comentando que en las próximas clases se podrá responder el porqué de esta pregunta.

Cierre (10 minutos)

Se le pregunta al estudiantado qué aprendieron durante la clase. Retome las ideas y conceptos principales de esta con ayuda de los estudiantes: Nanomundo, nanómetro



Para más información:

[Introducción a la Nanociencia y Nanotecnología](#)

Explicación proyecto: “Una revolución nano industrial”

A. Matriz curricular

| | |
|-----------------------------|--|
| Objetivo de la clase | Presentar el proyecto, su organización y duración. |
| Tiempo estimado | 1 hora pedagógica |

B. Secuencia didáctica

Inicio (10 minutos)

Comience mostrando el video “Introducción”, el cual muestra información y productos que utilizan Nanotecnología.


Posteriormente, comente que se realizará un proyecto interdisciplinario entre las asignaturas de ciencias (Química, Biología y Física) y Matemática, para ello a través de diferentes clases clave, se desarrollará un modelo respecto a la Nanociencia y Nanotecnología, para que logren crear la propuesta de un producto.

Desarrollo (25 minutos)

Comente que los grupos del proyecto estarán compuestos por 5 integrantes, los cuales previamente fueron designados en conjunto con todos los docentes involucrados en este proyecto. Al terminar la explicación del proyecto, mencione los grupos designados, para mantener la atención del estudiantado. Además, mencione que el proyecto se encuentra basado en aprendizaje colaborativo. Pídale a algún estudiante que lea la siguiente información:

¿Qué es el trabajo colaborativo?

- Todos los integrantes del grupo dan ideas, libremente y desde la creatividad y fortalezas de cada uno se aporta a la solución del problema.
- Se deben ayudar mutuamente a partir de sus fortalezas, pues cada uno aporta a partir de lo que mejor sabe hacer.
- Cada miembro del equipo tiene un rol importante y una tarea que cumplir, haciéndose responsable de ella. Entre todos tomamos las decisiones
- Se evalúa el grupo, pero se considera los rendimientos individuales en cuanto a conocimiento, participación y compromiso.



Posteriormente, señale que es de gran importancia que en los grupos de trabajos existan roles para cada uno de los integrantes.

| Integrante | Rol | Definición del Rol |
|-------------------|----------------------------------|---|
| Integrante N°1 | Representante y líder del grupo. | Coordina los esfuerzos de todos, es disciplinado, centrado y equilibrado. Habla, pero sobre todo, es capaz de escuchar a los demás. Motiva y anima al grupo de trabajo. |
| Integrante N°2 | Investigador | Fuente de información del equipo, encargado de buscar y actualizar la información requerida en el proyecto. |
| Integrante N°3 | Creativo | Fuente de ideas originales y de las propuestas, busca integrar los contenidos de manera dinámica. |
| Integrante N°4 | Secretario y vocero | Registrar información y comunicar los resultados del grupo. |
| Integrante N°5 | Logística | Persona encargada de la optimización de los tiempos y los objetivos; debe llevar a cabo un continuo seguimiento. |

Por otro lado, indique los ejes de contenidos que se abordarán en cada clase:

| Asignatura | Eje de contenidos |
|-------------------|--|
| Matemática | Eje de números, unidad 1: escalas y potencias. |
| Física | Unidad de Trabajo y Energía: Energía cinética y movimiento browniano. |
| Química | Unidad de Química orgánica: El carbono y su estructura. |
| Biología | Unidad de Manipulación Genética: beneficios y riesgos de la manipulación genética. |

Explique que el proyecto se efectuará a través de las siguientes etapas:

| | |
|--|---|
| Etapas I: Levantamiento de problemática | Se realiza la introducción del proyecto, se arman los grupos de trabajo, se plantea además la problemática a trabajar. |
| Etapas II: Búsqueda y creación | Se realizarán las asesorías del contenido según cada disciplina, ya obteniendo toda la información necesaria y se da paso a la creación de la propuesta del producto. Esta etapa es crucial, para adaptar los contenidos vistos con el objetivo final del proyecto. |

| | |
|--|--------------------------------------|
| Etapa III: Comunicación de resultados | Presentación del proyecto terminado. |
|--|--------------------------------------|

Informe que la etapa III, se realizará al finalizar la secuencia de clases, es decir posterior a la clase de Biología, se realizará la presentación del proyecto en la sala de clases en dos recreos programados, donde tanto el estudiantado y el cuerpo de docente podrá ver los proyectos de cada grupo de estudiantes.

Finalmente, comente cómo se evaluará el proyecto, el que será a través de diferentes evaluaciones, las que serán ponderadas con los porcentajes que se presentan a continuación:

1. Autoevaluación (15%)
2. Coevaluación grupal (15%)
3. Participación (20%)
4. Presentación de la propuesta de producto generado (50%)

Recalque que la nota final ponderada corresponderá a una nota en las asignaturas que participan en el proyecto (Matemática, Física, Química y Biología).

Luego pida a un estudiante su colaboración para leer las rúbricas y lista de cotejo que definen las evaluaciones. Es importante recalcar que la evaluación de la presentación se tendrá en cuenta la presentación, por lo que cada grupo debe realizar un afiche de promoción para apoyar su presentación y a lo menos cuatro trípticos iguales, lo que serán entregados a cada uno de los docentes de las asignaturas integradas en el proyecto.

Cierre (10 minutos)

Pídale al estudiantado que se reúnan en los grupos designados y que se vayan organizando referentes a los roles.

Monitoree la organización y aclare dudas.

Referencias:

Imágenes guía del estudiante:

Ant-man

- <https://heronews.pl/avengers-4-ant-man-nowy-kostium>

Virus y bacterias

- <https://co.pinterest.com/pin/464715255293173890/>

Esquema de escalas: elaboración propia.

Iron man

Información guía del estudiante: elaboración propia

Confección de rúbricas

Video introducción:

- <https://youtu.be/Qxkw-RebWnU>

Clase N°2

“Descubriendo el mundo Nanométrico”

| | | |
|---------------|--------------|------------------|
| Nombre: _____ | Fecha: _____ | Curso: II° _____ |
|---------------|--------------|------------------|



La clase anterior se identificó la escala relacionada al mundo nanométrico y se mencionó que el último traje desarrollado de Iron Man utiliza nanopartículas en su estructura, pero ¿que realmente sabemos sobre el mundo nanométrico? ¿cómo podríamos ayudar a nuestros héroes sin conocer más sobre el mundo nanométrico?

El objetivo de esta clase será familiarizarse con algunos de los conceptos esenciales asociados a la Nanociencia y Nanotecnología.

ACTIVIDAD N°1: Alfabeto Nano

Organícense en grupos de tres personas (máximo), lean atentamente las instrucciones de la actividad del Alfabeto Nano.

Instrucciones Generales:

- Cada grupo tiene como objetivo descubrir las palabras cifradas otorgadas por la o el docente
- El alfabeto nano consiste en palabras cifradas en un abecedario donde cada letra tiene una representación numérica correspondiente y para cada palabra cifrada se debe buscar la correspondencia correcta según el alfabeto entregado.
- Deberán explicar al menos un método de resolución mediante notaciones científicas y el significado de las palabras encontradas.
- Terminada la actividad, deberán buscar el significado de las palabras encontradas.
- Para la correcta participación de todos los integrantes, designen en su grupo los roles a cumplir:
Integrante 1: Recolectar información
Integrante 2: Registrar la información
Integrante 3: Comunicar los resultados



¿Cómo descifrar las palabras?

A continuación, se presenta el alfabeto, observen que a cada letra le corresponde una cifra numérica.

| | | | | | | | |
|---|---------------------|---|-------------------|---|-----------------------|---|------------------------|
| A | 500 | B | $2 \cdot 10^{-1}$ | C | $6 \cdot 10^{-6}$ | D | 10^{-10} |
| E | $4,5 \cdot 10^{-2}$ | F | $7 \cdot 10^{-5}$ | G | $4.635 \cdot 10^{-6}$ | H | 0,0000000035 |
| I | 0,000097 | J | $2 \cdot 10^3$ | K | 6,25 | L | $4,456 \cdot 10^{-11}$ |
| M | 2.450 | N | 10^{-1} | O | 0,00962 | P | 0,0059 |
| Q | 10^4 | R | 10^{-3} | S | 5.326,4 | T | $2,2 \cdot 10^{-8}$ |

| | | | | | | | |
|---|-----------|---|-----------|---|------------------|---|-----|
| | | | | | | | |
| U | 10^7 | V | 10^{-6} | W | $1,2 \cdot 10^1$ | X | 100 |
| Y | 0,0000404 | Z | 4.200 | | | | |

Para una mejor lectura del alfabeto ten en cuenta que las comas definen a los decimales, mientras que los puntos las unidades de mil.

Ejemplo, la siguiente secuencia corresponde a la palabra N-A-N-O P-A-R-T-Í-C-U-L-A:

$$0.1 / 5 \cdot 10^2 / 0.1 / 9.62 \cdot 10^{-3} / 5.9 \cdot 10^{-3} / 5 \cdot 10^2 / 0.001 / 22 \cdot 10^{-9} / 97,000 \cdot 10^{-9} /$$

$$0.000006 / 10000000 / 44.56 \cdot 10^{-12} / 5 \cdot 10^2$$

- I. Deberá encontrar las palabras cifradas que la o el docente les entregará y pegue el material otorgado en el siguiente espacio

- a. En el siguiente espacio, escriba una a una las letras encontradas y formulen la frase.

II. Escriban a continuación una descripción completa que incluya todas las palabras encontradas. Para ello, realicen una breve investigación en internet. Para hacer la investigación, busquen las palabras en la siguiente página: <https://www.scholar.google.cl>.

| Palabra encontrada | Descripción |
|--------------------|-------------|
| 1. | |
| 2. | |
| 3. | |

III. Comparta en plenario con tus compañeros y compañeras, para ello cada equipo deberá exponer frente al curso lo encontrado y tomar nota sobre lo visto en clase.

| Grupo | Palabras encontradas | Descripción |
|-------|----------------------|-------------|
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |






| | | |
|---|--|--|
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |
| 7 | | |
| 8 | | |
| 9 | | |

Guía al docente clase N°2

Actividad: “Descubriendo el mundo Nanométrico”

A. Simbología

A continuación, se presenta una tabla de contenido, en la cual se adjuntan símbolos que representan diferentes momentos de aprendizaje que se llevarán a cabo durante la clase.

| | |
|---|---|
|  | Tips: Señala que hay información clave para que el estudiantado entienda y se introduzca al contenido. |
|  | Atención: Señala que hay información clave para comprender el contenido. |
|  | Actividad: Señala que el estudiantado debe aplicar lo aprendido o se le plantea una pregunta de desafío. |
|  | Trabajo grupal: Señala que la actividad a realizar es de manera grupal. |
|  | Plenario: Señala que se realiza una puesta en común con el curso. |

B. Matriz curricular

| Objetivo de Aprendizaje | Resultado de aprendizaje para NyN |
|--|---|
| OA 2: Mostrar que comprenden las relaciones entre potencias, raíces enésimas y logaritmos. | Identificar conceptos esenciales de Nanociencia y Nanotecnología. |

| Habilidades | Actitudes | Indicadores de Actitud |
|--|---|--|
| Resolver problemas utilizando estrategias como las siguientes: Simplificar el problema y estimar el resultado. Descomponer el problema en subproblemas sencillos | Abordar de manera flexible y creativa la búsqueda de soluciones a problemas de la vida diaria, de la sociedad en general, o propios de la asignatura. | Aplican estrategias conocidas para obtener una solución. Buscan y prueban estrategias propias y alternativas Escuchan los planteamientos de otros. Crean tácticas propias |

| | | |
|--|---|--|
| <p>Buscar patrones. Utilizando herramientas computacionales.</p> <p>Explicar soluciones propias y los procedimientos utilizados.</p> | <p>Demostrar curiosidad e interés por resolver desafíos matemáticos, con confianza en las propias capacidades, incluso cuando no se consigue un resultado inmediato.</p> | <p>Reconocen sus fortalezas y debilidades. Comparten sus puntos de vista. Formulan preguntas o exponen hipótesis propias acerca de una situación o problema. Participan en la búsqueda de una posible solución a un problema.</p> |
| | <p>Demostrar interés, esfuerzo, perseverancia y rigor en la resolución de problemas y búsquedas de nuevas soluciones para problemas reales.</p> | <p>Tienen ideas propias y las defienden, sin rendirse fácilmente. Planifican su trabajo y los procedimientos detalladamente. Buscan, aceptan sus errores y repiten procesos. Comprueban de forma autónoma para validar su resultado.</p> |
| | <p>Trabajar en equipo en forma responsable y proactiva, ayudando a los otros, considerando y respetando los aportes de todos, y manifestando disposición a entender sus argumentos en las soluciones de los problemas</p> | <p>Respetan y valoran las opiniones y logros de otros. Comparten, obedecen y asumen responsabilidades. Manejan formas de convivencia, como trabajo entre pares, grupos chicos, en plenario o en forma individual. Aceptan reglas y plazos.</p> |
| | <p>Usar de manera responsable y efectiva los medios de comunicación en la obtención de la información, dando crédito al trabajo de otros y respetando la propiedad y la privacidad de las personas.</p> | <p>Usan la información de manera efectiva. Controlan el uso de tecnología en forma responsable. Procesan la información extraída, evitando copias textuales.</p> |

| Planes y objetivos de clases | Conocimientos previos | Contenidos | Indicadores de Evaluación | Recurso de aprendizaje |
|--|--|---|---|---|
| <p>Conocer algunos conceptos esenciales asociados a la Nanociencia y</p> | <p>Potencia de base 10 Propiedades de potencias. Notación científica. Potencia de base</p> | <p>Introducción a conceptos relevantes de Nanociencia y Nanotecnología, que</p> | <p>El estudiantado aplica propiedades de potencias. El estudiantado</p> | <p>Guía de trabajo para el estudiantado. Dispositivos móviles</p> |

| | | | | |
|--------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|---------------------------------|--|
| Nanotecnología. | racional y exponente entero | se verán en las próximas clases. | aplica notificación científica. | |
| Tiempo estimado: 2 horas pedagógicas | | | | |

La clase 2 de la asignatura de matemática tiene como propósito que el estudiantado realice una actividad que consta de un alfabeto cifrado, donde se les otorgará diferentes frases que deberán cifrar a partir del alfabeto. La finalidad de esta actividad es que el estudiantado pueda conocer conceptos esenciales de Nanociencia y Nanotecnología.

Conceptos claves: Nanociencia, Nanotecnología, Grafeno, Fullerenos, Nanodiamantes, Nanotubos.

C. Secuencia didáctica

Instrucciones generales


Profesor(a), recuerde que las actividades planteadas deben ser desarrolladas por el estudiantado a través de un trabajo colaborativo, y usted debe medir y monitorear el trabajo realizado. Para ello, es de gran importancia que motive al estudiantado a participar en los diferentes momentos de la clase, a través de la lectura de las instrucciones, información de contenido, entrega de resultado y mediante un plenario cuando sea necesario. Es decir, el estudiantado debe tener un rol protagónico dentro de la sala de clase y en las actividades a realizar. Es importante, que genere las instancias para que el estudiantado pueda reflexionar y compartir diversas opiniones.

Inicio (5 minutos)

Se generan las condiciones necesarias para comenzar la clase. Posteriormente se les comenta a los y las estudiantes el objetivo de la clase y lo que se espera que sean capaces durante el desarrollo de esta.


Desarrollo (75 minutos)

Se les comenta a los estudiantes que durante la clase se trabajará con una guía, donde deberán formar grupos de tres integrantes máximo. Comience distribuyendo las guías a cada estudiante y conduzca el desarrollo de las actividades. Pídale a algún estudiante que lea en voz alta el texto la siguiente información:



La clase anterior se identificó la escala relacionada al mundo nanométrico y se mencionó que el último traje desarrollado de Iron Man utiliza nanopartículas en su estructura, pero ¿que realmente sabemos sobre el mundo nanométrico? ¿cómo podríamos ayudar a nuestros héroes sin conocer más sobre el mundo nanométrico?

El objetivo de esta clase será familiarizarse con algunos de los conceptos esenciales asociados a la Nanociencia y Nanotecnología.



Posteriormente, lea y explique las instrucciones de la actividad:

ACTIVIDAD N°1: Alfabeto Nano

Organícense en grupos de tres personas (máximo), lean atentamente las instrucciones de la actividad del Alfabeto Nano.

Instrucciones Generales:

- Cada grupo tiene como objetivo descubrir las palabras cifradas otorgadas por la o el docente
- El alfabeto nano consiste en palabras cifradas en un abecedario donde cada letra tiene una representación numérica correspondiente y para cada palabra cifrada se debe buscar la correspondencia correcta según el alfabeto entregado.
- Deberán explicar al menos un método de resolución mediante notaciones científicas y el significado de las palabras encontradas.
- Terminada la actividad, deberán buscar el significado de las palabras encontradas.
- Para la correcta participación de todos los integrantes, designen en su grupo los roles a cumplir:
 - Integrante 1: Recolectar información
 - Integrante 2: Registrar la información
 - Integrante 3: Comunicar los resultados

Es **importante** señalar que las comas definen los números decimales y los puntos las unidades de mil, además de que, en cada letra cifrada, se debe realizar la conversión adecuada para que se logre identificar en el alfabeto.

Además, se sugiere proyectar el alfabeto nano, analice el ejemplo entregado de la palabra Nanopartícula y cómo cifrar utilizando el alfabeto nano. Luego de resolver las dudas que surjan del alfabeto nano, otorgue entre 5 minutos para que el estudiantado se organice y se reúnan en los grupos de trabajo, recuerde que también es necesario que definan roles en los grupos de trabajo.

Una vez que el estudiantado se haya organizado correctamente, entregue las frases cifradas, las que se encuentran adjuntas al material (algunas de las frases se repetirán en los grupos de trabajos), otorgue un tiempo máximo de 20 minutos para que el estudiantado logre descifrar la frase entregada, corrobore que las frases encontradas sean las correctas.

Encontradas las frases por los grupos de trabajo, otorgue un tiempo de 20 minutos para que puedan buscar en sus dispositivos móviles las palabras. Es importante que monitoree constantemente el trabajo y el uso del dispositivo móvil.

Una vez encontradas las definiciones y descripción de cada palabra, pida a cada grupo que comunique los resultados a los demás grupos. Guíe el plenario, para que cada estudiante pueda tomar apuntes sobre la información comunicada por sus demás compañeros y compañeras.

Cierre (10 minutos)

Se le pregunta al estudiantado qué aprendieron durante la clase. Retome las ideas y conceptos principales de esta con ayuda de los estudiantes.

A continuación, se presentan las frases que se entregarán al estudiantado, las frases se encuentran desarrolladas con la

En el año 2005, Geim y Novoselov sintetizaron el **grafeno**, material **delgado** cuyos átomos están dispuestos en una red **hexagonal**.

información relevante que el estudiantado debería definir y presentar al momento del plenario:

El **grafeno** es una monocapa de átomos de carbono empaquetados en una compacta estructura **hexagonal** (panal de abeja) y bidimensional (2D). Además, el grafeno tiene un grosor del átomo de carbono, es por esto que se le conoce como el material más **delgado**.

El grafeno, presenta propiedades únicas que lo hacen interesante tanto para la ciencia básica como para las diferentes aplicaciones, tales como, en las estructuras de hormigón, paneles solares, batería, prótesis dentales, entre otras. Referente a las propiedades, el grafeno es 200 veces más resistente que el acero estructural, su dureza es superior al del diamante, puede flexionarse hasta un 20% sin dañarse, es conductor eléctrico y térmico mucho mejor que el cobre y es ecológico, ya que es carbono puro.

En 1974 Norio **Taniguchi** empleo por primera vez el término de **Nanotecnología**

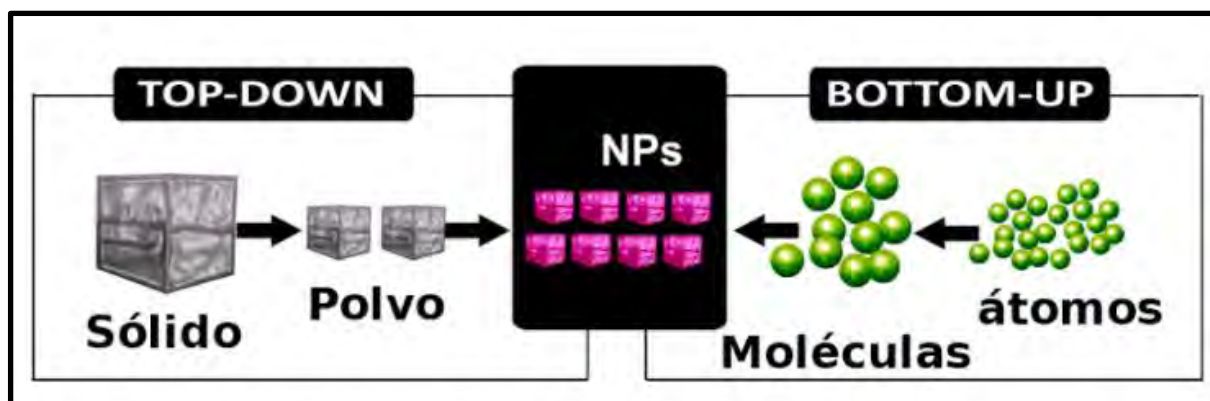
El término **Nanotecnología** fue utilizado por primera vez por Norio **Taniguchi** (1912–1999) fue un profesor de la Tokyo University of Science. El profesor acuñó el término Nanotecnología en 1974 para describir procesos de semiconductores, la definió: «La "nanotecnología" consiste principalmente en el proceso de separación, consolidación, y deformación de materiales por un átomo o una molécula».

Sin embargo, no fue sino hasta 1981, con el desarrollo del escáner de efecto túnel (también llamado microscopio de efecto túnel), que la Nanotecnología comenzó. Hoy en día la Nanotecnología se refiere a la creación y utilización de materiales cuyos constituyentes existen en dimensiones de nanoescala y, por convención, tienen un tamaño no mayor que 100 nm”.

Dentro de la síntesis de **nanomateriales** existen enfoques: **top-down** y **bottom-up**

Se define **nanomaterial** como aquellos materiales que al menos en una de sus dimensiones son inferiores a 100 nm. existen dos enfoques específicos para su fabricación: **Top-down** (el cual define una estructura mayor a una menor) y **Bottom-up** (define una estructura menor a una mayor)

Se presentan a continuación una imagen explicativa de ambos enfoques:



La **nanociencia** es aquella ciencia que estudia los fenómenos que ocurren en las **nanoestructuras**

La palabra **nanociencia** es una compuesta de dos palabras: la palabra en latín "Nanus" que quiere decir enano, y la palabra Ciencia, por lo que nanociencia se refiere a la "ciencia o estudio de lo "enano", aunque el término nano se utiliza para describir una billonésima parte de algo; se define entonces un nanómetro, como la medida de los diámetros atómicos (ejemplo: el pelo humano tiene un grosor de unos 100.000 nanómetros). Es por ello que la nanociencia es distinta a las otras ciencias porque aquellas propiedades que no se pueden ver a escala macroscópica adquieren importancia, el estudio de los materiales se acota al estudio de los átomos y moléculas individuales. Al aprender más sobre las propiedades de una molécula, es posible unirlos de forma muy bien definida para crear nuevas estructuras con nuevas e increíbles características, es con ello que surgen las **nanoestructuras**

R. Feynman fue el primer científico en plantear la posibilidad de manipular directamente los **átomos**

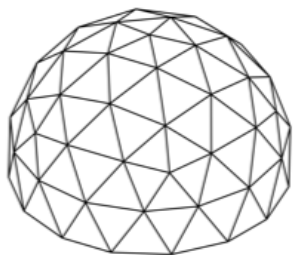
Richard P. **Feynman**, premio Nobel de Física en 1965, en una de sus renombradas conferencias el 29 de diciembre del año 1959 en el auditorio de Caltech de la Universidad Tecnológica de California, titulada: "There is plenty of room at the bottom" (Hay mucho sitio allá abajo). En dicha charla, se refirió a que nada en las leyes conocidas de la física impedía que se pudieran fabricar productos en base a un reordenamiento de **átomos** y moléculas. Planteó que si se podría construir una máquina de tamaño molecular y herramientas de cirugía capaces de introducirse en el cuerpo del paciente y operar desde el interior de sus tejidos, varios procesos y nuevos descubrimientos se podrían continuar hasta prácticamente el límite atómico.

Hubo que esperar varios años para que el avance de las técnicas experimentales pudiera demostrar la manipulación de átomos sobre superficies a escala nanométrica y atómica.

En 1985 fueron descubiertos los **fullerenos**, molécula compuesta por átomos de **carbono** dispuestos en forma **geodésica**

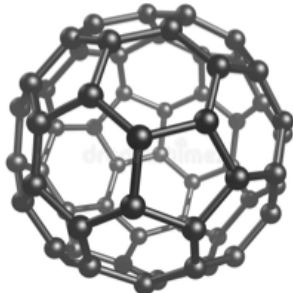
En 1985, en una situación experimental se irradia un disco de grafito con un láser que, al mezclarlo con vapor de carbono,

se dio con un material cristalizado, en el que se encontraron moléculas constituidas por 60 átomos de carbono. El experimento fue realizado por Harold Kroto, Robert Curl y Richard Smalley, les valió la concesión del Premio Nobel de Química en 1996, ya que el material cristalizado resultó ser una estructura estable, la cual por su forma semejante a la cúpula **geodésica** construida con motivo de una Exposición Universal en Montreal en 1967 por el arquitecto Buckminster Fuller, fueron nombradas como Buckminsterfullerenos o más comúnmente como **fullerenos**.



Forma Geodésica

Imagen recuperada de:
<http://www.ultracoloringpages.com/es/p/c%C3%BApula-geod%C3%A9sica-p%C3%A1gina-de-colorear/ec6b669da35a39250a68aa9fd3cf712a>



Fullereno

Imagen recuperada de:
<https://fr.dreamstime.com/photo-stock-fullerene-c60-image23786180>

El fullereno se trata de un material obtenido por interacción de átomos de **carbono** C60 en fase gaseosa, logrando que los átomos de carbono se unieran en hexágonos y con dobles enlaces resonantes entre átomos de carbono vecinos, como si se tratara del benceno.

Los **nanodiamantes**, debido a sus propiedades son adecuados para aplicaciones **biomédicas**

Las nanopartículas de diamante, comúnmente llamados **nanodiamantes**, son otra forma de nanomateriales de carbono con propiedades y aplicaciones únicas que se encuentran en el petróleo crudo a concentraciones de hasta miles de partes por millón, en meteoritos, polvo interestelar, y nebulosas protoplanetarias, así como en ciertas capas de sedimentos en la tierra. Los nanodiamantes son una de las nanopartículas de más baja toxicidad, por lo que se utilizan utilizar como material de revestimiento en los implantes y otras herramientas quirúrgicas en el campo biomédico. Por otra parte, también tienen características y propiedades especiales, por lo que se utilizan ampliamente en el campo **biomédico**, como portador de fármacos y en el combate contra el cáncer pancreático.

Los **nanotubos** son estructuras cilíndricas, con excelentes propiedades **eléctricas**

En 1991 Sumio Iijima descubrió los nanotubos de carbono en Japón, mientras realizaba una investigación sobre fullerenos. Los **nanotubos** de carbono están constituidos por redes hexagonales de carbono curvadas y cerradas, que forman **cilindros** de carbono con diámetros nanométricos y longitudes del orden de los centímetros.

Los nanotubos de carbono son materiales únicos con diversas propiedades excepcionales que los hacen aptos para mejorar numerosos productos ya existentes e incluso para generar otros nuevos, aunque por sus propiedades **eléctricas** es que se destaca dentro de los otros nanomateriales, ya que estos pueden ser metálicos o semiconductores.

Los nanotubos tienen distintas propiedades electrónicas dependiendo de la forma en que estos estén envueltos, estos pueden ser **quiral, zigzag o sillón**

La estructura de un nanotubo se puede conceptualizar como el envolvimiento de una monocapa de grafito de un átomo de espesor llamado grafeno, en un cilindro transparente.

La forma de envolver la hoja de grafeno está representada por un par de índices (n,m). Los números enteros n y m indican el número de vectores de unidad a lo largo de dos direcciones en el panel de red cristalina del grafeno.

- Si $m = 0$, los nanotubos se llaman nanotubos **zigzag**
- Si $n = m$, los nanotubos se llaman nanotubos de **sillón**.
- Si n es distinto de m, los nanotubos se llaman **quiral**.

La **ingeniería genética**, trabaja modificando el **ADN** de un ser vivo para otorgarle nuevas características.

La **ingeniería genética** es una ciencia que manipula directamente el genoma de un ser vivo, por medio de un conjunto de técnicas que aíslan, multiplican y modifican los genes del individuo con el fin de su estudio y beneficio.

Esta tecnología tuvo su inicio en 1973, cuando Cohen y Boyer (científicos estadounidenses) tomaron una molécula sintetizada de **ADN** y la introdujeron en el respectivo código genético de una bacteria. Con la introducción de un gen en el genoma de un individuo que carece de él o lo tiene defectuoso, se dota a este individuo de nuevas facultades; es decir, el gen o su región se localiza, extrae, aísla y modifica para después insertarlo.

En 1997 se originó una gran revolución en la biología, con la clonación de un mamífero adulto, "Oveja Dolly", en el Instituto escocés Roslin. Esta fue una revolución de carácter legal, religioso, ético y moral, sobre el rol de la ciencia en la formación de la vida, la que hasta hoy se sigue discutiendo.

Referencias:

Imágenes guía del estudiante:

- imagen Iron man- Ant man, elaboración propia basada en :
 - a. http://es.disney.wikia.com/wiki/Iron_Man
 - b. <http://marvel-movies.wikia.com/wiki/File:Antman.png>

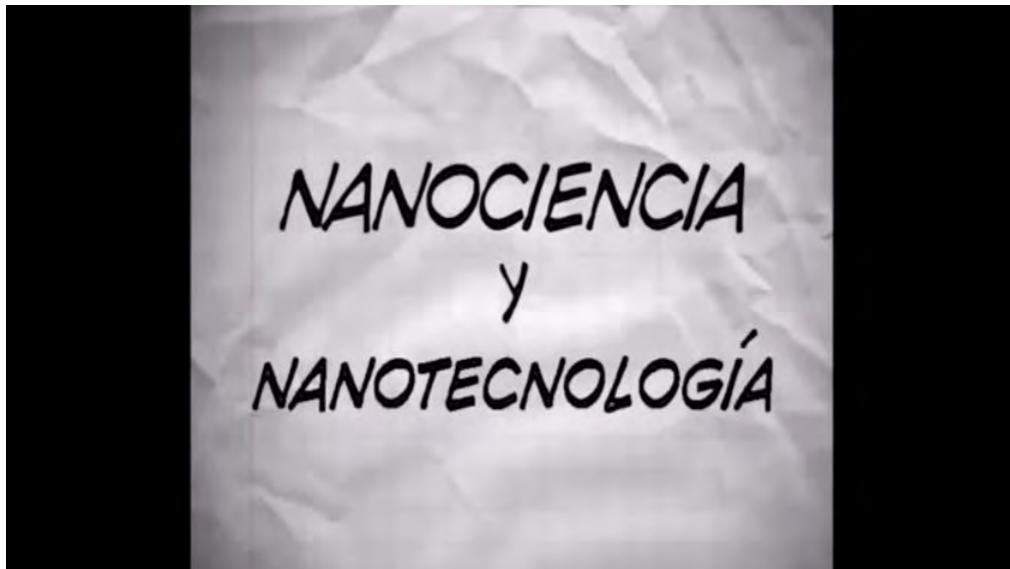
Palabras cifradas de Alfabeto Nano

- <https://nanotecnologia.fundaciontelefonica.com/2007/06/27/los-materiales-nanoestructurados/>
- <https://nanocienciainforma.wordpress.com/richard-feynman/>
- <https://nanotecnologia.fundaciontelefonica.com/2013/10/10/nanotubos-de-carbono-electronica/>
- <https://conceptodefinicion.de/ingenieria-genetica/>

Material didáctico

Todo el material que se adjunta a continuación se encuentra disponible en:
<https://drive.google.com/drive/folders/1uauPD7wCTXHjNC0HKFuEDmYH7kK24Gvs?usp=sharing>

Video de introducción clase N°1



Frases del alfabeto nano clase N°2



En el año 2005, Geim y Novoselov sintetizaron el $4,635 \cdot 10^{-3} / 0,001 / 0,5 \cdot 10^3 / 70 \cdot 10^{-6} / 450 \cdot 10^{-4} / 0,1 / 9,62 \cdot 10^{-3}$, material $100 \cdot 10^{-12} / 45 \cdot 10^{-3} / 44,56 \cdot 10^{-12} / 4,635 \cdot 10^{-3} / 5 \cdot 10^2 / 100 \cdot 10^{-12} / 9,62 \cdot 10^{-3}$ cuyos átomos de carbono están dispuestos en una red $3,5 \cdot 10^{-9} / 45 \cdot 10^{-3} / 10^2 / 5.000 \cdot 10^{-1} / 4.635.000 \cdot 10^{-9} / 9,62 \cdot 10^{-3} / 0,1 / 5 \cdot 10^2 / 44,56 \cdot 10^{-12}$

En el año 2005, Geim y Novoselov sintetizaron el **grafeno**, material **delgado** cuyos átomos están dispuestos en una red **hexagonal**



En 1974 $0,000000022 / 5 \cdot 10^2 / 0,1 / 9,7 \cdot 10^{-5} / 4,635 \cdot 10^{-3} / 10.000.000 / 0,000006 / 3,5 \cdot 10^{-9} / 9,7 \cdot 10^{-5}$ empleó por primera vez el término de $0,1 / 5 \cdot 10^2 / 0,1 / 9,62 \cdot 10^{-3} / 0,000000022 / 0,045 / 0,000006 / 0,1 / 9,62 \cdot 10^{-3} / 0,000000000456 / 9,62 \cdot 10^{-3} / 4,635 \cdot 10^{-3} / 9,7 \cdot 10^{-5} / 5 \cdot 10^2$

En 1974 Norio **Taniguchi** empleo por primera vez el término de **Nanotecnología**



Dentro de la síntesis de $0,1 / 5 \cdot 10^2 / 0,1 / 9,62 \cdot 10^{-3} / 2,450 \cdot 10^3 / 5 \cdot 10^2 / 0,000000022 / 0,045 / 0,001 / 9,7 \cdot 10^{-5} / 0,1 / 44,56 \cdot 10^{-12} / 0,045 / 5,3264 \cdot 10^3$, existen las técnicas: $0,000000022 / 9,62 \cdot 10^{-3} / 5,9 \cdot 10^{-3} / 0,000000001 / 9,62 \cdot 10^{-3} / 12 / 0,1$ y el $0,2 / 9,62 \cdot 10^{-3} / 0,000000022 / 0,000000022 / 9,62 \cdot 10^{-3} / 2,45 \cdot 10^3 / 10.000.000 / 5,9 \cdot 10^{-3}$

Dentro de la síntesis de **nanomateriales** existen las técnicas: **top down** y **bottom up**



La $0,1 / 5 \cdot 10^2 / 0,1 / 9,62 \cdot 10^{-3} / 0,000006 / 9,7 \cdot 10^{-5} / 0,045 / 0,1 / 0,000006 / 9,7 \cdot 10^{-5} / 5 \cdot 10^2$ es aquella ciencia que estudia los fenómenos que ocurren en las $0,1 / 5 \cdot 10^2 / 0,1 / 9,62 \cdot 10^{-3} / 0,045 / 5,3264 \cdot 10^3 / 0,000000022 / 0,001 / 10.000.000 / 0,000006 / 0,000000022 / 10.000.000 / 0,001 / 5 \cdot 10^2 / 5,3264 \cdot 10^3$

La **nanociencia** es aquella ciencia que estudia los fenómenos que ocurren en las **nanoestructuras**



R. $0,00007 / 0,045 / 4,04 \cdot 10^{-5} / 2,45 \cdot 10^3 / 5 \cdot 10^2 / 0,1 / 2,45 \cdot 10^3$ fue el primer científico en plantear la posibilidad de manipular directamente los $5 \cdot 10^2 / 0,000000022 / 9,62 \cdot 10^{-3} / 2,45 \cdot 10^3 / 9,62 \cdot 10^{-3} / 5,3264 \cdot 10^3$

R. **Feynman** fue el primer científico en plantear la posibilidad de manipular directamente los **átomos**.



En 1985 fueron descubiertos los $0,00007 / 10.000.000 / 0,000000000456 / 0,000000000456 / 0,045 / 0,001 / 0,045 / 0,1 / 9,62 \cdot 10^{-3} / 5,3264 \cdot 10^3$, molécula compuesta por átomos de $0,000006 / 5 \cdot 10^2 / 0,001 / 0,2 / 9,62 \cdot 10^{-3} / 0,1 / 9,62 \cdot 10^{-3}$ dispuestos en forma $4,635 \cdot 10^{-3} / 0,045 / 9,62 \cdot 10^{-3} / 100 \cdot 10^{-12} / 0,045 / 5,3264 \cdot 10^3 / 9,7 \cdot 10^{-5} / 0,000006 / 5 \cdot 10^2$

En 1985 fueron descubiertos los **fullerenos**, molécula compuesta por átomos de **carbono** dispuestos en forma **geodésica**



Los $0,1 / 5 \cdot 10^2 / 0,1 / 9,62 \cdot 10^{-3} / 100 \cdot 10^{-12} / 9,7 \cdot 10^{-5} / 5 \cdot 10^2 / 2,45 \cdot 10^3 / 5 \cdot 10^2 /$
 $0,1 / 0,000000022 / 0,045 / 5,3264 \cdot 10^3$ **debido a sus propiedades son muy adecuados**
para aplicaciones $0,2 / 9,7 \cdot 10^{-5} / 9,62 \cdot 10^{-3} / 2,45 \cdot 10^3 / 0,045 / 100 \cdot 10^{-12} / 9,7 \cdot 10^{-5} /$
 $0,000006 / 5 \cdot 10^2 / 5,3264 \cdot 10^3$

Los **nanodiamantes**, debido a sus propiedades son muy adecuados para aplicaciones **biomédicas**



Los $0,1 / 5 \cdot 10^2 / 0,1 / 9,62 \cdot 10^{-3} / 0,000000022 / 10.000.000 / 0,2 / 9,62 \cdot 10^{-3} / 5,3264 \cdot 10^3$
son estructuras $0,000000022 / 10.000.000 / 0,2 / 10.000.000 / 0,0000000000456 / 5 \cdot 10^2 / 0,001 /$
 $0,045 / 5,3264 \cdot 10^3$, **con excelentes propiedades** $0,045 / 0,0000000000456 / 0,045 / 0,000006 /$
 $0,000000022 / 0,001 / 9,7 \cdot 10^{-5} / 0,000006 / 5 \cdot 10^2 / 5,3264 \cdot 10^3$

Los **nanotubos** son estructuras **tubulares**, con excelentes propiedades **eléctricas**



Los $0,1 / 5 \cdot 10^2 / 0,1 / 9,62 \cdot 10^{-3} / 100 \cdot 10^{-12} / 9,7 \cdot 10^{-5} / 5 \cdot 10^2 / 2,45 \cdot 10^3 / 5 \cdot 10^2 /$
 $0,1 / 0,000000022 / 0,045 / 5,3264 \cdot 10^3$ **debido a sus propiedades son muy adecuados**
para aplicaciones $0,2 / 9,7 \cdot 10^{-5} / 9,62 \cdot 10^{-3} / 2,45 \cdot 10^3 / 0,045 / 100 \cdot 10^{-12} / 9,7 \cdot 10^{-5} /$
 $0,000006 / 5 \cdot 10^2 / 5,3264 \cdot 10^3$

Los **nanodiamantes**, debido a sus propiedades son muy adecuados para aplicaciones **biomédicas**



Los $0,1 / 5 \cdot 10^2 / 0,1 / 9,62 \cdot 10^{-3} / 0,000000022 / 10.000.000 / 0,2 / 9,62 \cdot 10^{-3} / 5,3264 \cdot 10^3$
son estructuras $0,000000022 / 10.000.000 / 0,2 / 10.000.000 / 0,0000000000456 / 5 \cdot 10^2 / 0,001 /$
 $0,045 / 5,3264 \cdot 10^3$, **con excelentes propiedades** $0,045 / 0,0000000000456 / 0,045 / 0,000006 /$
 $0,000000022 / 0,001 / 9,7 \cdot 10^{-5} / 0,000006 / 5 \cdot 10^2 / 5,3264 \cdot 10^3$

Los **nanotubos** son estructuras **tubulares**, con excelentes propiedades **eléctricas**



Los nanotubos tienen distintas propiedades dependiendo de la forma en que estos estén envueltos, estos pueden ser $10.000 / 10.000.000 / 9,7 \cdot 10^{-5} / 0,001 / 5 \cdot 10^2 / 4,456 \cdot 10^{-14}$
 $4,2 \cdot 10^3 / 9,7 \cdot 10^{-5} / 0,004635 / 42 \cdot 10^2 / 5.000 \cdot 10^{-1} / 4,635 \cdot 10^{-3}$ **o** $53.264 \cdot 10^{-1} / 97 \cdot 10^{-6} /$
 $0,0000000000456 / 0,0000000000004456 / 9,62 \cdot 10^{-3} / 0,1$

Los nanotubos tienen distintas propiedades dependiendo de la forma en que estos estén envueltos, estos pueden ser **quiral**, **zigzag** o **sillón**



La $9,7 \cdot 10^{-5} / 0,1 / 0,004635 / 0,045 / 10 \cdot 10^{-2} / 97 \cdot 10^{-6} / 45 \cdot 10^{-3} / 0,001 / 970 \cdot 10^{-7} / 5 \cdot 10^2$
 $46,35 \cdot 10^{-2} / 0,45 \cdot 10^{-1} / 0,1 / 45 \cdot 10^{-3} / 0,000000022 / 9,7 \cdot 10^{-5} / 0,000006 / 50 \cdot 10$, **trabaja**
modificando el $50 \cdot 10 / 0,0000000001 / 100 \cdot 10^{-3}$ **de un ser vivo para otorgarle nuevas**
características.

La **ingeniería genética**, trabaja modificando el **ADN** de un ser vivo para otorgarle nuevas características.

Apéndice 3: Material didáctico para Física

Clase N°3

¿Cómo se mueven las partículas?

| | | |
|---------------|--------------|------------------|
| Nombre: _____ | Fecha: _____ | Curso: II° _____ |
|---------------|--------------|------------------|

Objetivo: Distinguir el movimiento de las partículas a escala nanométrica



Tony Stark estaba dudando con la utilización de las nanopartículas en el nuevo traje de Iron Man. Es por ello, que decidió consultar al Dr. Bruce Banner (más conocido como Hulk), sobre cómo estas se comportan.

Tony Stark y Dr. Banner comenzaron dando el ejemplo de las partículas muy pequeñas que se logran apreciar cuando un rayo de Sol incide en ellas, las que según el Dr. Banner se mueven en todas las direcciones. Se encontraban discutiendo del porqué se genera este movimiento de las partículas, cuando apareció el Dr. Stephen Strange, el que aseguró que el movimiento se debe a algo mágico, a lo que tanto Tony como el Dr. Banner le responden este movimiento tan desordenado de las partículas tiene una razón física, ¿qué explicación física puede tener?

ACTIVIDAD INICIAL: ¿Por qué se mueven así las partículas?

Responde las siguientes preguntas de manera individual y luego comparte tus respuestas con tus compañeros(as)



1. ¿A qué crees que se debe el movimiento desordenado de las partículas?



2. ¿Qué ejemplos del mundo macroscópico podrías encontrar que tuviesen este tipo de movimiento?



¿Te has preguntado por qué el té se mezcla mejor en agua caliente que en agua fría? ¿Cuándo se lava la ropa con agua caliente el proceso de limpieza es más rápido? Para responder estas preguntas, te invitamos a observar la siguiente experiencia.



ACTIVIDAD N°1: ¡Frío, frío... Caliente, caliente!

Para realizar la actividad considera las siguientes indicaciones:

- Ten presente en todo momento las instrucciones de la o el docente y en los momentos que ella o él indique se responderán las preguntas o se realizaran observaciones.
- Contesta todas las preguntas manera individual.

La o el docente tendrá un vaso con agua caliente y otro con agua fría, al cual le echara una gota de tinta, según como se presenta en el siguiente esquema:





Antes de comenzar responde las siguientes preguntas:

1.1 ¿Qué crees que ocurrirá con la gota de tinta en cada vaso? Describe

| |
|--|
| |
|--|



1.2 ¿Se podría predecir la trayectoria que tendrán las partículas de la tinta en el agua? ¿Cómo sería el movimiento en cada caso?

| Agua caliente | Agua fría |
|---------------|-----------|
| | |



1.3 Comenta con tu compañera o compañero las preguntas anteriores, luego anota los acuerdos y los desacuerdos.

| Acuerdos | Desacuerdos |
|----------|-------------|
| | |

¡Vamos a la acción!

Observen atentamente la demostración, pon atención a los detalles y luego de que la o el docente realice el experimento, contesta las siguientes preguntas:





1.4 ¿Cuáles fueron las semejanzas y diferencias respecto a tu predicción inicial?

| |
|--|
| |
|--|



1.5 ¿Cómo se comportan las gotas de tinta en cada caso? Describe y realiza un dibujo del comportamiento de las partículas en cada uno de los casos.

| Casos | Descripción | Dibujo |
|-------|-------------|--------|
| | | |

| | | |
|------------------|--|---|
| A) Agua caliente | |  |
| B) Agua fría | |  |



1.6 ¿A qué asociarías el cambio del comportamiento de la tinta en cada uno de los recipientes con agua?

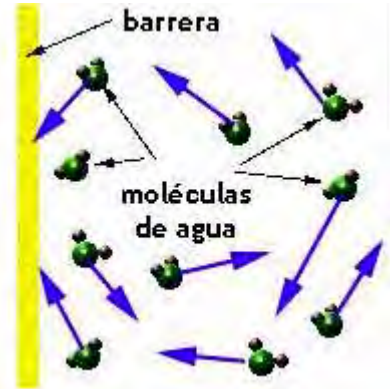


1.7 ¿Cómo afecta la temperatura de cada recipiente en el movimiento de la tinta?

¿Sabías que...?

En el año 1827, Robert Brown observó cómo las partículas de polen en el agua se movían en todas direcciones. En un comienzo pensó que se trataba de la “vida” que existía dentro del polen, sin embargo, decidió repetir el experimento con diferentes partículas de polvo obteniendo resultados similares.

A partir de sus observaciones y el aporte de otros científicos se obtuvieron algunas conclusiones: las partículas presentan mayor movimiento entre más pequeñas sean y mientras mayor sea el aumento de la temperatura del fluido mayor será la energía cinética. A este movimiento aleatorio (se asocia a todo proceso cuyo resultado no es previsible o es azaroso) se le conoce como **movimiento Browniano**.

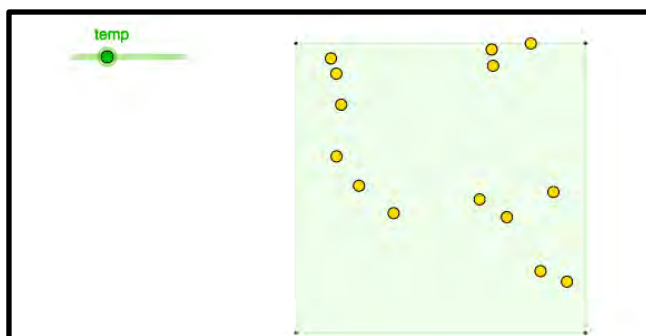


1.8 A partir de lo visto en la experiencia, explica lo sucedido incluyendo los siguientes conceptos: movimiento aleatorio, movimiento browniano, energía cinética, temperatura.

ACTIVIDAD N°2: ¿Qué clase de movimiento es ese?

Para realizar la actividad de manera correcta considera las siguientes indicaciones:

- Ten presente en todo momento las instrucciones de la o el docente y en los momentos que ella o él indique se responderán las preguntas o se realizaran observaciones.
- Contesta todas las preguntas manera individual.
- En la siguiente simulación (<https://www.geogebra.org/m/F6AFWkR>) se verá el movimiento de las nanopartículas al variar la temperatura.



Antes de ver la simulación, responda de forma individual:



2.1 ¿Cómo será el movimiento de las nanopartículas al variar la temperatura? Describe.

Luego de ver la simulación, responde:



2.2 ¿Cómo es la trayectoria de las nanopartículas? Describe.



2.3 ¿Qué ocurre con las nanopartículas al variar la temperatura? ¿qué pasaría con la energía cinética?



2.4 Argumenta si el movimiento corresponde a un movimiento browniano.

ACTIVIDAD FINAL: Apliquemos lo aprendido



Brooks, la marca de desodorante para pies, desde hace unos años atrás tiene un producto en aerosol el que contiene un complejo de nanopartículas bioácidas que eliminan hongos y bacterias que se generan producto del uso continuo de calzado, más aún cuando se practica deporte.

Responda de forma individual:



¿Qué pasaría con las nano partículas que se encuentran contenidas en el aerosol si este se deja expuesto al sol por algunas horas? Argumenta utilizando los siguientes conceptos: movimiento aleatorio, movimiento browniano, energía cinética, temperatura.



Guía al docente clase N°3
¿Cómo se mueven las partículas?

A. Simbología

A continuación, se presenta una tabla de contenido, en la cual se adjuntan símbolos que representan diferentes momentos de aprendizaje que se llevarán a cabo durante la clase.



Tips: Señala que hay información clave para que el estudiantado entienda y se introduzca al contenido.



Atención: Señala que hay información clave para comprender el contenido.



Actividad: Señala que el estudiantado debe aplicar lo aprendido o se le plantea una pregunta de desafío.



Trabajo grupal: Señala que la actividad a realizar es de manera grupal.



Plenario: Señala que se realiza una puesta en común con el curso.

B. Matriz curricular

| Objetivo de Aprendizaje | Resultados de aprendizaje para NyN |
|---|---|
| OA 11: Describir el movimiento de un objeto, usando la ley de conservación de la energía mecánica y los conceptos de trabajo y potencia mecánica. | Comprender el movimiento de las nanopartículas en un fluido y cómo se ve influenciado por la temperatura. |

| Habilidades | Actitudes | Indicadores de Actitud |
|--|---|---|
| Formular y fundamentar hipótesis comprobables, basándose en el conocimiento científico. Crear, seleccionar, usar y ajustar modelos para describir mecanismos y para predecir y apoyar explicaciones sobre las relaciones entre las partes de un sistema. | Mostrar curiosidad, creatividad e interés por conocer y comprender los fenómenos del entorno natural y tecnológico, disfrutando del crecimiento intelectual que genera el conocimiento científico y valorando su importancia para el desarrollo de la sociedad. | Expresan sus opiniones sobre fenómenos del entorno natural y tecnológico que hayan observado de forma libre y espontánea. Utilizan conocimientos científicos en soluciones de problemas cotidianos. |
| Discutir en forma oral y escrita las ideas para diseñar una investigación científica, las posibles aplicaciones y | Manifestar una actitud de pensamiento crítico, buscando rigurosidad y replicabilidad de las | Discuten en forma crítica sobre la validez y replicabilidad de la evidencia disponible |

| | | |
|--|---|---|
| soluciones a problemas tecnológicos, las teorías, las predicciones y las conclusiones, utilizando argumentos basados en evidencias y en el conocimiento científico y tecnológico | evidencias para sustentar las respuestas, las soluciones o las hipótesis. | Expresan opiniones basadas en evidencia que permiten explicar una situación problema y las posibles soluciones. Discuten acerca de la veracidad de diversos argumentos. Siguen procedimientos en forma rigurosa en el análisis y procesamiento de las evidencias disponibles. |
|--|---|---|

| Planes y objetivos de clases | Conocimientos previos | Contenidos | Indicadores de Evaluación | Recurso de aprendizaje |
|---|---|---|---|---|
| Distinguir el movimiento de las partículas a escala nanométrica | Energía cinética Calor y temperatura | Movimiento Browniano y comportamientos de las nanopartículas. | Describen el movimiento de partículas, utilizando el concepto de energía cinética y movimiento browniano. | Guía de trabajo para el estudiantado Experiencia demostrativa Simuladores GeoGebra |
| Tiempo estimado: 2 horas pedagógicas | | | | |

La clase de la asignatura de física tiene como propósito que el estudiantado pueda estudiar y describir el movimiento de las partículas. Para ello, el o la docente debe realizar una experiencia demostrativa, la cual involucra el movimiento de las partículas de tinta en diferentes medios: agua fría y agua caliente.

La principal finalidad de esta clase es que el estudiantado pueda entender cómo se comportan las partículas a escala nano, al variar la temperatura del sistema.

Conceptos claves: Movimiento aleatorio, temperatura, energía cinética y movimiento browniano.

C. Secuencia didáctica

Instrucciones generales

Profesor(a), recuerde que las actividades planteadas deben ser desarrolladas por el estudiantado a través de un trabajo colaborativo, y usted debe medir y monitorear el trabajo realizado. Para ello, es de gran importancia que motive al estudiantado a participar en los diferentes momentos de la clase, a través de la lectura de las instrucciones, información de contenido, entrega de resultado y mediante un plenario cuando sea necesario. Es decir, el estudiantado debe tener un rol protagónico dentro de la sala de clase y en las actividades a realizar. Es importante, que genere las instancias para que el estudiantado pueda reflexionar y compartir diversas opiniones.

Inicio (5 minutos)

Se generan las condiciones necesarias para comenzar la clase. Posteriormente se les comenta a los y las estudiantes el objetivo de la clase y lo que se espera que sean capaces durante el desarrollo de esta.

Desarrollo (80 minutos)

Comente al estudiantado que durante la clase se trabajará con el desarrollo de una guía, donde en algunas actividades deberán responder de manera individual y en otra de manera grupal con su compañero o compañero de puesto, según sea indicado.

Comience distribuyendo las guías a cada estudiante y recuerde conducir el desarrollo de las actividades. Pídale a algún estudiante que lea en voz alta la historia que se presenta a continuación:



Tony Stark estaba dudando con la utilización de las nanopartículas en el nuevo traje de Iron Man. Es por ello, que decidió consultar al Dr. Bruce Banner (más conocido como Hulk), sobre cómo estas se comportan.

Tony Stark y Dr. Banner comenzaron dando el ejemplo de las partículas muy pequeñas que se logran apreciar cuando un rayo de Sol incide en ellas, las que según el Dr. Banner se mueven en todas las direcciones. Se encontraban discutiendo del porqué se genera este movimiento de las partículas, cuando apareció el Dr. Stephen Strange, el que aseguró que el movimiento se debe a algo mágico, a lo que tanto Tony como el Dr. Banner le responden este movimiento tan desordenado de las partículas tiene una razón física. ¿qué explicación física puede tener?


Leída la información, otorgue un tiempo de 5 minutos para que el estudiantado responda de manera individual las preguntas 1 y 2, de la actividad inicial: ¿Por qué se mueven así las partículas? Es importante tener en consideración, que las respuestas del estudiantado son ideas previas que tienen acerca del movimiento de las partículas, es por ello, que no hay una respuesta correcta y concreta, ya que a partir de la actividad se espera que logren distinguir este tipo de movimiento.

Actividad Inicial: ¿Por qué se mueven así las partículas?


| Pregunta | Ideas clave para la respuesta |
|----------|-------------------------------|
|----------|-------------------------------|

| | |
|----|---|
| 1. | La respuesta involucra las ideas previas del estudiantado. |
| 2. | El movimiento de un borracho, los fideos en la sopa o un globo desinflándose. |

Posteriormente, pídale a algún estudiante que lea la siguiente información, la cual es clave para introducir la experiencia:



¿Te has preguntado por qué el té se mezcla mejor en agua caliente que en agua fría? ¿Cuándo se lava la ropa con agua caliente el proceso de limpieza es más rápido? Para responder estas preguntas, te invitamos a observar la siguiente experiencia.



Actividad N°1: ¡Frío, frío... Caliente, caliente! (40 minutos)

Leída la información, comente que se realizará una experiencia demostrativa, donde los materiales serán manipulados únicamente por el o la docente. Para correcta realización de esta, pídeles ayuda a los y a las estudiantes para ordenar la sala para tener una mejor visualización de la experiencia. Como sugerencia, puede ordenar la sala en media luna y realice el experimento en medio de esta.

Los materiales a utilizar son: dos recipientes rotulados (como indica la figura), agua fría, agua caliente y tinta.



ACTIVIDAD N°1: ¡Frío, frío... Caliente, caliente!

Para realizar la actividad considera las siguientes indicaciones:


- Ten presente en todo momento las instrucciones de la o el docente y en los momentos que ella o él indique se responderán las preguntas o se realizaran observaciones.
- Contesta todas las preguntas manera individual.

La o el docente tendrá un vaso con agua caliente y otro con agua fría, al cual le echará una gota de tinta, según como se presenta en el siguiente esquema:



Lea las instrucciones de la actividad, recuerde que antes de realizar la experiencia demostrativa debe explicar sólo el procedimiento: *Se dispone de dos vasos, uno con agua fría y otro con agua caliente, y en ambos se vierte una gota de tinta.* A partir de explicación, el estudiantado debe responder las preguntas 1, 2 y 3, las cuales consideran las ideas previas acerca del movimiento de las partículas al variar la temperatura.

Otorgue de 5 a 10 minutos para que el estudiantado responda las preguntas. Señale, que la pregunta 3 la deben responder con su compañero(a) de puesto.



3. Comenta con tu compañera o compañero las preguntas anteriores, luego anota los acuerdos y los desacuerdos.

| Acuerdos | Desacuerdos |
|----------|-------------|
| | |


Respondidas las preguntas, realice la experiencia demostrativa. (10 minutos). A continuación, se le presenta un video en el cual se muestra el procedimiento a realizar.

<https://www.youtube.com/watch?v=ZJVmG07hLws>

Otorgue un tiempo de 10 minutos para que el estudiantado pueda responder las preguntas que se presentan a continuación:

Actividad: ¡Vamos a la acción!

| Preguntas | Ideas claves para la respuesta |
|-----------|--|
| 1.4 | En esta pregunta, el estudiantado deberá realizar una comparación entre las predicciones realizadas previamente y posteriormente a la visualización de la experiencia. |
| 1.5 A) | Las gotas de tinta en el recipiente que tiene agua caliente se mueven aleatoriamente y con una mayor rapidez. |
| 1.5 B) | Las gotas de tinta en el recipiente que tiene agua fría se mueven aleatoriamente y con una menor rapidez. |
| 1.6 | El cambio de comportamiento de la tinta en cada uno de los recipientes se debe principalmente a la temperatura del fluido. |
| 1.7 | La temperatura del fluido afecta directamente a la rapidez con que se mueven las gotas de tinta en este medio. |

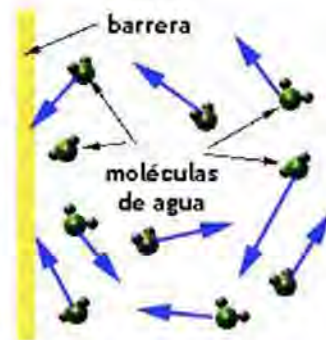
 Respondidas las preguntas, retome las ideas y respuestas de cada grupo de trabajo y realice la formalización de la experiencia.

Comente que, al dejar de caer una gota de tinta en un recipiente con agua, se observa que la tinta se disuelve al cabo de un tiempo. Este fenómeno se debe al movimiento aleatorio que presentan las moléculas de agua. Pero ¿qué ocurre cuando se tienen líquidos a diferentes temperaturas? La teoría cinética establece que las moléculas poseen un movimiento aleatorio que aumenta directamente con la temperatura. Por lo tanto, en el recipiente con agua caliente, las moléculas de agua se mueven con mayor rapidez que en el recipiente de agua fría. Posteriormente, explique qué es el movimiento browniano, cuya definición está presente en la guía del estudiantado:

1 ¿Sabías que...?

En el año 1827, Robert Brown observó cómo las partículas de polen en el agua se movían en todas direcciones. En un comienzo pensó que se trataba de la "vida" que existía dentro del polen, sin embargo, decidió repetir el experimento con diferentes partículas de polvo obteniendo resultados similares.

A partir de sus observaciones y el aporte de otros científicos se obtuvieron algunas conclusiones: las partículas presentan mayor movimiento entre más pequeñas sean y mientras mayor sea el aumento de la temperatura del fluido mayor será la energía cinética. A este movimiento aleatorio (se asocia a todo proceso cuyo resultado no es previsible o es azaroso) se le conoce como **movimiento Browniano**.



Realizada la formación de contenidos, dirija la actividad a la siguiente pregunta 1.8 de la actividad N°1.

| Pregunta | Ideas claves para la respuesta |
|----------|--|
| 1.8 | Al verter una gota de tinta en un recipiente con agua, esta presenta un movimiento aleatorio, el cual depende de la temperatura del fluido. En el recipiente con agua caliente, se observa que la gota de tinta se mueve con mayor rapidez, esto se debe a que el aumento de la temperatura genera un aumento en la energía cinética de las partículas del agua y a su vez a las partículas de la tinta. A este movimiento se le conoce como movimiento browniano. |

Actividad N°2: ¿Qué clase de movimiento es ese? (20 minutos)

Lea las instrucciones de la actividad y enfatice que las respuestas de las preguntas se deben realizar de forma individual. Muestre las partes de la simulación, indicando que está simula el movimiento de las nanopartículas.

- <https://www.geogebra.org/m/F6AFWkR>


Antes de iniciar la simulación (mover el cursor de temperatura), pídale al estudiantado que respondan de manera individual la pregunta 2.1, en la cual se les pide que predigan cómo será el movimiento de las nanopartículas al variar la temperatura, otorgue al estudiantado de 5 a 10 minutos para su respuesta.

Luego de ver la simulación el estudiantado debe responder las preguntas 2.2, 2.3 y 2.4.


| Preguntas | Ideas claves para la respuesta |
|-----------|---|
| 2.2 | La trayectoria de las nanopartículas es aleatoria. |
| 2.3 | Al aumentar la temperatura aumenta la energía cinética por lo tanto las nanopartículas se mueven con una mayor rapidez. Al disminuir la temperatura disminuye la energía cinética por lo tanto las nanopartículas se mueven con una mayor rapidez. |
| 2.4 | El movimiento corresponde a un movimiento Browniano, debido a que las nanopartículas se mueven aleatoriamente y este movimiento depende de la temperatura. |

Actividad final: apliquemos lo aprendido (5-10 minutos)

Lea en voz alta la información que se presenta a continuación:




ACTIVIDAD FINAL: Apliquemos lo aprendido




Brooks, la marca de desodorante para pies, desde hace unos años atrás tiene un producto en aerosol el que contiene un complejo de nanopartículas bioácidas que eliminan hongos y bacterias que se generan producto del uso continuo de calzado, más aún cuando se practica deporte.

Leída la información, otorgue un tiempo de 2 minutos para que el estudiantado responda de manera individual la pregunta. Recuerde, que la respuesta del estudiantado es una predicción frente a una situación, es por ello, que no hay una respuesta correcta y concreta. Ud. puede apoyar al argumento del estudiantado, insinuando lo que se ha visto en clase.



Responda de forma individual:



¿Que pasaria con las nano partículas que se encuentran contenidas en el aerosol si este se deja expuesto al sol por algunas horas? Argumenta utilizando los siguientes conceptos: movimiento aleatorio, movimiento browniano, energía cinética, temperatura.

La clave de la pregunta planteada se presenta a continuación:

Al dejar expuesto el aerosol en un tiempo prolongado al sol, se generaría un aumento de temperatura en el fluido, teniendo como consecuencia que las nanopartículas constituyentes se muevan bajo el movimiento browniano (aleatoriamente) y se muevan con mayor rapidez, incrementando así la energía cinética del sistema. Como consecuencia del aumento de estas variables, se generarían colisiones entre las nanopartículas, pudiendo ocasionar una explosión.

Cierre (10 minutos)

Se le pregunta al estudiantado qué aprendieron durante la clase. Retome las ideas y conceptos principales de esta con ayuda de los estudiantes y luego presente la actividad final.



Para más información:

[Movimiento Browniano](#)

Referencias:

Imágenes guía del estudiante

Tony Stark, Dr. Banner y Dr. Strange

- <https://www.pinterest.cl/pin/363384263675614436/>

Diagrama de agua caliente y agua fría

Imagen barrera y moléculas de agua

- <http://tcygases.blogspot.com/2011/12/movimiento-browniano.html>

Aerosol Brooks

- <http://www.quintatrends.com/2015/01/yo-lo-probe-hombres-desodorante-en.html>

Información guía del estudiante

Movimiento browniano

- <http://www.lanais.famaf.unc.edu.ar/QuantumSimposium2005/MB.pdf>

Información guía del docente

- <http://www.lanais.famaf.unc.edu.ar/QuantumSimposium2005/MB.pdf>

Apéndice 4: Material didáctico para Química

Clase N°4

Las superestructuras que nos rodean

| | | |
|---------------|--------------|------------------|
| Nombre: _____ | Fecha: _____ | Curso: II° _____ |
|---------------|--------------|------------------|

Objetivo:

- Identificar al carbono como componente clave en la formación de estructuras complejas.
- Distinguir las nanoestructuras de carbono, sus propiedades y aplicaciones.



Emma Frost es una mutante con poderes telepáticos que, como consecuencia de una segunda mutación, es también capaz de transformar su cuerpo en diamante orgánico que le otorga inmunidad a todos los ataques psíquicos.

Actividad inicial: “La despistada Frost”

Responde individualmente las siguientes preguntas:




1. ¿Qué propiedades podría adquirir Frost al convertir su cuerpo en diamante?



¡Oh no! ¡Frost ha perdido su memoria y se encuentra en problemas! Esto se debe a que se encuentra junto a los X-men batallando contra Apocalipsis. Para poder salvarse, necesita convertir su cuerpo en diamante, por lo que le pregunta al profesor Xavier qué debe hacer para llegar a tener esta estructura.

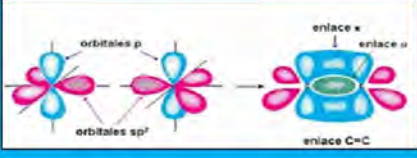
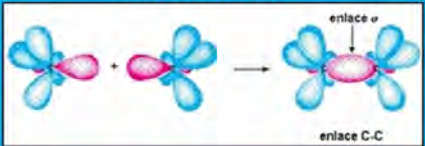


El profesor Xavier le responde que lo importante es cómo se encuentran ordenados los átomos de carbono, ya que al tener un error de reestructuración puede quedar como el grafito.


 2. ¿Qué propiedades podría adquirir Frost al convertir su cuerpo en grafito?




Actividad N°1: Uniendo las piezas

Marca con una letra ("G" para el grafito y "D" para el diamante) cada descripción de la estructura con la forma alotrópica del carbono y la hibridación, según corresponda:

| | | |
|---|--|--|
| <p>Estructura que combina átomos de carbono con hibridación Sp^2, cada átomo de carbono se une a otros 3, en una estructura plana.</p> | <p>Hibridación</p>  | <p>Estructura que combina átomos de carbono con hibridación Sp^3, cada átomo de carbono se une a otros 4.</p> |
| <p>Hibridación</p>  | <p>Estructura</p>  | <p>Estructura</p>  |

 1.1 ¿Qué diferencias observas en la estructura entre el diamante y el grafito?

 1.2 ¿Qué diferencias observas en la hibridación del diamante y el grafito?

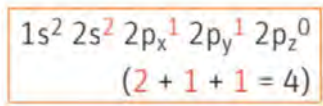


1.3 Si el diamante y el grafito están compuestos por átomos de carbono. ¿A qué crees que se debe la diferencia entre sus estructuras e hibridación? ¿qué cambios implican?



¿Sabías que...?


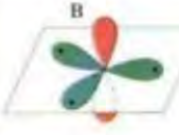

El carbono es un elemento no metálico presente en la naturaleza, ubicado en el periodo 2 y el grupo 14 de la tabla periódica. Su número atómico es 6 (Z=6) y su configuración electrónica en el estado de menor energía (estado fundamental) responde a:




Además, que el carbono puede tener distintas formas y que cada una de ellas tiene distintas propiedades, esto se debe a un fenómeno denominado **alotropía**.

¿Qué papel juega la hibridación?

La hibridación es la interacción de orbitales atómicos dentro de un átomo para formar nuevos orbitales híbridos. Los orbitales atómicos híbridos son los que se superponen en la formación de los enlaces, dentro de la teoría del enlace de valencia, y justifican la **geometría molecular**.

| Tipo de hibridación | Orbitales que se hibridan | Tipos de enlace Simple, doble, triple | Tipos de hidrocarburos | Geometria | Ángulos de enlace |
|---------------------|---|---------------------------------------|------------------------|--|-------------------|
| Sp^3 | S, P _x , P _y , P _z | C-C simple | alcanos |  | 109.5° |
| Sp^2 | S, P _x , P _y | C=C doble | alqueno |  | 120° |
| Sp | S, P _x | C≡C triple | alquino |  | 180° |



¿Por qué es importante conocer la forma de las moléculas?
 La geometría molecular es una disposición tridimensional de los átomos que conforman una molécula. La forma de las moléculas determina las propiedades de las sustancia.



1.4 ¿Serán el diamante y el grafito, las únicas formas en las que se presenta el carbono en la naturaleza? Escribe algunos ejemplos de otras formas en las que se pueda presentar el carbono en la naturaleza.

Actividad N°2: Propiegrama

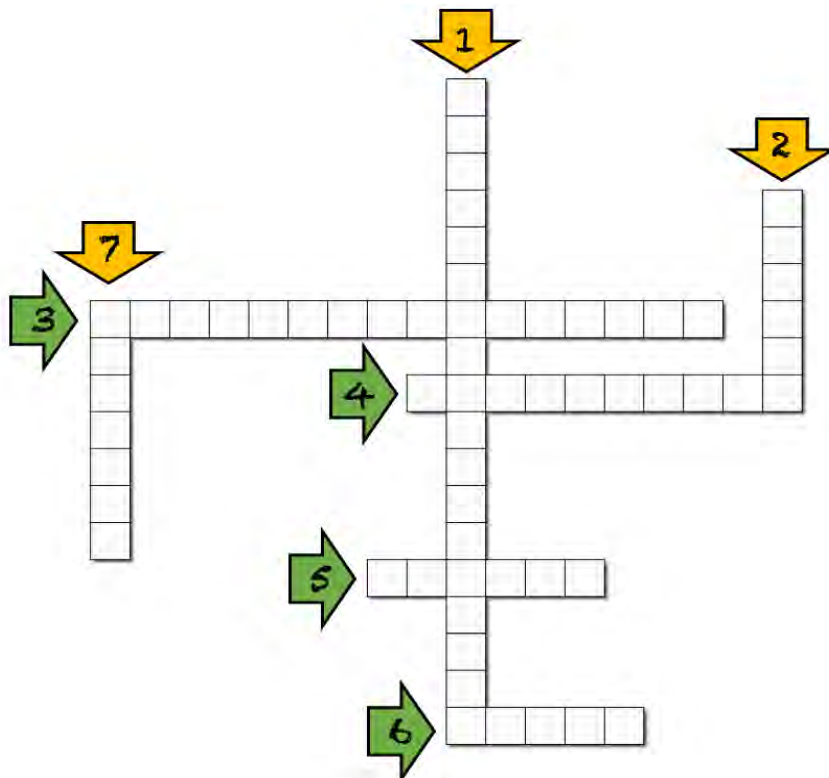
Organícense en grupos de tres personas (máximo), lean atentamente las instrucciones de la actividad.

Instrucciones Generales:

- Cada grupo deberá ir llenando el crucigrama presentado a continuación, según las pistas dadas correspondientes a las estructuras del carbono y sus propiedades.
- Cada grupo podrá utilizar herramientas de búsqueda, como celulares, apuntes o libros, ante cualquier duda.

Claves del crucigrama

1. Propiedad física que permite el uso del grafito en la fabricación de electrodos.
2. Propiedad que hace que el diamante oponga resistencia a ser rayado.
3. Propiedad del diamante que facilita la propagación del calor a través de él.
4. Tipo de estructura microscópica presente en el diamante, pero no se puede observar en el carbono amorfo.
5. Tipo de propiedad que permite que la refracción y la difracción sean altas en el diamante.
6. Propiedad física del grafito que impide el paso de la luz.
7. Forma parte de todos los seres vivos conocidos y puede encontrarse en la naturaleza en distintas formas alotrópicas.



Como se vio en la actividad anterior, según esté conformada la estructura de carbono, nos permitirá encontrar diferentes propiedades en dichos materiales, comenta con tu profesor o profesora las principales propiedades encontradas para cada una de las estructuras y resúmelas en la siguiente tabla:

| Diamante | Grafito | Carbono amorfo |
|----------|---------|----------------|
| | | |

¿Cómo son las propiedades en las nanoestructuras de carbono?




Pantera negra es otro superhéroe del universo Marvel, el cual tiene un traje especial constituido por vibranium, material de ficción, que existiría en el centro de la Tierra o que se obtiene a través de los asteroides que han impactado en el planeta. El vibranium es un material que posee propiedades sorprendentes ya que es muy ligero y muy fuerte (el que resiste incluso el impacto de las balas).

En la realidad no se ha encontrado un material en la naturaleza con las mismas características que el vibranium, pero sí un material muy similar a base de carbono.

Mira el siguiente video y responde:



Video 1: ¿vibranium o grafeno?

 Después de ver el video ¿qué propiedades tiene el grafeno?



Una de las formas más recientes descubiertas del carbono es el grafeno el cual surge cuando pequeñas partículas de carbono se agrupan de forma muy densa en láminas de dos dimensiones muy finas (tienen el espesor de un átomo), y en celdas hexagonales. Además, el grafeno es un nanomaterial, ya que, cumple con la característica de que al menos una de sus dimensiones este en escala nano (entre 1 nm y 100 nm).



Aunque el grafeno no es el único nano material a base del carbono que se ha procesado en laboratorios en los últimos años, encontramos tres grandes materiales, los cuales se verán a continuación en los siguientes videos, anote sus principales propiedades y sus estructuras:

| | |
|----------------------|--|
| Nanotubos de carbono | |
| | |
| Nano diamante | |
| | |
| Fullereno | |
| | |



¿Sabías que ...?

La estructura molecular de los materiales determinan en gran medida sus propiedades. Cuando las partículas que forman la estructura molecular, tienen escalas de nanómetros, surgen fenómenos poco usuales y potencialmente muy útiles.

Las propiedades de mayor interés son la mecánicas, magnéticas, electrónicas, ópticas y catalíticas, entre otras. Un hecho sobresaliente es que, en los materiales de interés, las diferentes propiedades pueden ser controladas variando el tamaño de las nanopartículas, de manera que las propiedades particulares del material puedan ajustarse al tipo de aplicación o al fenómeno que se desea estudiar. De este modo, gran parte del interés en las nanopartículas radica también en el estudio de las propiedades básicas que se presentan al pasar de un nivel atómico o molecular hasta el material de proporciones de mayor masa y dimensiones.

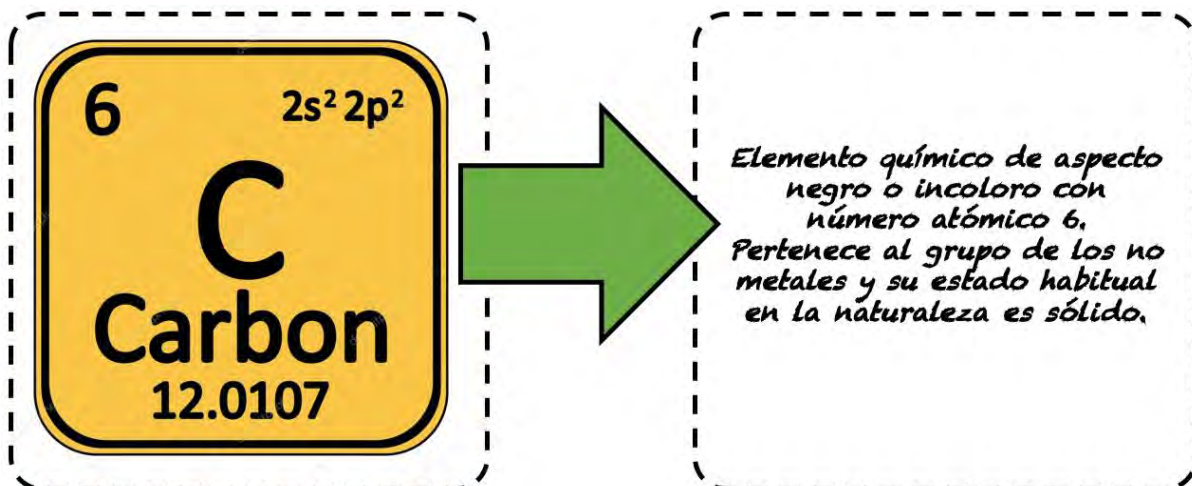
Actividad N°3: Cada oveja con su pareja

Organícense en los grupos del proyecto, lean atentamente las instrucciones de la actividad.

Instrucciones Generales:

- Cada grupo es responsable del conjunto de tarjetas entregadas, al finalizar la actividad serán devueltas al docente, cuide el material.
- Cada grupo tiene como objetivo asociar las tarjetas de las nanoestructuras y estructuras de carbono con las tarjetas que contengan sus propiedades y estructura molecular correspondiente.

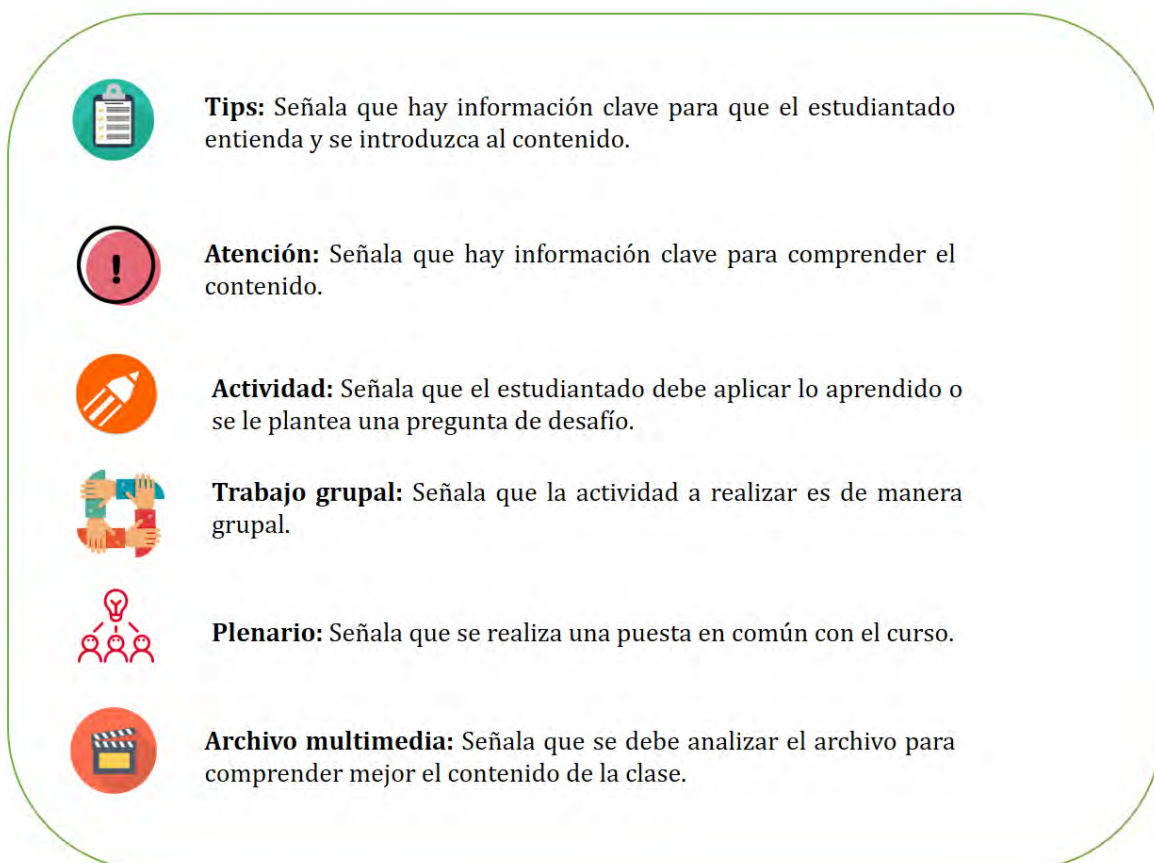
Ejemplo:









Guía al docente Clase N°4:
Las superestructuras que nos rodean

A. Simbología

A continuación, se presenta una tabla de contenido, la cual considera diferentes momentos de aprendizaje a desarrollar en la clase



-  **Tips:** Señala que hay información clave para que el estudiantado entienda y se introduzca al contenido.
-  **Atención:** Señala que hay información clave para comprender el contenido.
-  **Actividad:** Señala que el estudiantado debe aplicar lo aprendido o se le plantea una pregunta de desafío.
-  **Trabajo grupal:** Señala que la actividad a realizar es de manera grupal.
-  **Plenario:** Señala que se realiza una puesta en común con el curso.
-  **Archivo multimedia:** Señala que se debe analizar el archivo para comprender mejor el contenido de la clase.

B. Matriz curricular

| Objetivo de Aprendizaje | Resultado de aprendizaje para NyN |
|---|--|
| OA17: Crear modelos del carbono y explicar sus propiedades como base para la información de moléculas útiles para los seres vivos y el entorno. | Conocer las diversas nanoestructuras de carbono y sus principales propiedades. |

| Habilidades | Actitudes | Indicadores de Actitud |
|--|---|---|
| <p>Crear, seleccionar, usar y ajustar modelos para describir mecanismos y para predecir y apoyar explicaciones sobre las relaciones entre las partes de un sistema.</p> <p>Formular y fundamentar hipótesis comprobables, basándose en el conocimiento científico.</p> | <p>Mostrar curiosidad, creatividad, e interés por conocer y comprender los fenómenos del entorno natural y tecnológico, disfrutando el conocimiento intelectual que genera el conocimiento científico y valorando su importancia para el desarrollo de la sociedad.</p> | <p>Expresan sus opiniones sobre fenómenos del entorno natural y tecnológico que hayan observado en forma libre y espontánea.</p> <p>Utilizan conocimientos científicos en soluciones de problemas científicos.</p> |
| | <p>Trabajar responsablemente en forma proactiva y colaborativa, considerando y respetando los variados aportes del equipo y manifestando disposición a entender los argumentos de otros en las soluciones de problemas.</p> | <p>Organizan y distribuyen las tareas en equipo respetando las habilidades de sus integrantes.</p> <p>Participan activamente en cada una de las tareas asignadas por el equipo.</p> <p>Sugieren soluciones y buscan alternativas para resolver problemas.</p> <p>Evalúan los aportes de los integrantes del equipo de trabajo para diseñar un procedimiento de trabajo.</p> <p>Llegan a acuerdo sobre los procedimientos consensuados en la ejecución de tareas en los equipos de trabajo.</p> <p>Escuchan con atención las opiniones, argumentos y propuestas de sus pares.</p> <p>Realizan un trabajo riguroso y honesto.</p> |

| Planes y objetivos de clases | conocimientos previos | Contenidos | Indicadores de Evaluación | Recurso de aprendizaje |
|---|---|--|---|---|
| <p>Identificar al carbono como componente clave en la formación de estructuras complejas.</p> | <p>Carbono Hibridación Geometría molecular.</p> | <p>Estructuras de carbono y propiedades Nanoestructuras de carbono y propiedades</p> | <p>El estudiantado comprende que el carbono puede encontrarse en la naturaleza de diversas formas</p> | <p>Guía de trabajo para el estudiantado Archivos multimedia: Videos</p> |

| | | | | |
|---|--|--|--|--|
| Distinguir las nanoestructuras de carbono, sus propiedades y aplicaciones | | | y cada una de estas tienen propiedades y aplicaciones distintas. | |
| Tiempo estimado: 2 horas pedagógicas | | | | |

La clase de la asignatura de química tiene como propósito que el estudiantado pueda conocer algunas nanoestructuras y sus propiedades. Para ello, se realizarán una serie de actividades, en las cuales el estudiante deberá identificar las principales diferencias y propiedades de las estructuras y nanoestructuras de carbono.

Conceptos claves: estructuras de carbono, alotropía, hibridación, geometría molecular, nanoestructuras.

C. Secuencia didáctica

Instrucciones generales

Profesor(a), recuerde que las actividades planteadas deben ser desarrolladas por el estudiantado a través de un trabajo colaborativo, y usted debe medir y monitorear el trabajo realizado. Para ello, es de gran importancia que motive al estudiantado a participar en los diferentes momentos de la clase, a través de la lectura de las instrucciones, información de contenido, entrega de resultado y mediante un plenario cuando sea necesario. Es decir, el estudiantado debe tener un rol protagónico dentro de la sala de clase y en las actividades a realizar. Es importante, que genere las instancias para que el estudiantado pueda reflexionar y compartir diversas opiniones.

Inicio (5 minutos)



Se generan las condiciones necesarias para comenzar la clase. Posteriormente se les comenta al estudiantado el objetivo de la clase y lo que se espera que sean capaces durante el desarrollo de esta.

Desarrollo (75 minutos)

Comente al estudiantado que durante la clase se trabajará con el desarrollo de una guía, donde en algunas actividades deberán responder de manera individual y en otra de manera grupal según sea indicado. Comience distribuyendo las guías a cada estudiante y recuerde conducir el desarrollo de las actividades.

Actividad inicial: (5 minutos)

Pídale a algún estudiante que lea en voz alta la historia que se presenta a continuación:



Emma Frost es una mutante con poderes telepáticos. que como consecuencia de una segunda mutación, es también capaz de transformar su cuerpo en diamante orgánico que le otorga inmunidad a todos los ataques psíquicos.

Leída la información, otorgue un tiempo de 2 minutos para que el estudiantado responda de manera individual la pregunta 1. Luego solicite a los y las estudiantes que compartan sus respuestas al curso en forma ordenada, anote las respuestas en la pizarra para que el estudiantado pueda anotarlas en su guía y complementar su respuesta.

Actividad Inicial

| Pregunta | Ideas clave para la respuesta |
|----------|--|
| 1. | Dureza, aislante eléctrico, buen conductor térmico, etc. |

Posteriormente, pídale a algún estudiante que lea la situación que se presenta a continuación:

¡Oh no! ¡Frost ha perdido su memoria y se encuentra en problemas! Esto se debe a que se encuentra junto a los X-men batallando contra Apocalipsis. Para poder salvarse, necesita convertir su cuerpo en diamante, por lo que le pregunta al profesor Xavier qué debe hacer para llegar a tener esta estructura. El profesor Xavier le responde que lo importante es cómo se encuentran ordenados los átomos de carbono, ya que al tener un error de reestructuración puede quedar como el grafito.

Leída la información, otorgue al estudiantado 2 minutos para que puedan responder de manera individual la pregunta 2 de la guía. Luego otorgue la palabra a algún estudiante que quiera dar su opinión referente a la pregunta.

Actividad Inicial

| Pregunta | Ideas clave para la respuesta |
|----------|---|
| 2. | Dependiendo de la dirección a los planos basales puede ser buen conductor térmico y buen conductor eléctrico, es un material blando, es opaco, etc. |

Actividad N°1: Uniendo las piezas (10 minutos)

Lea las instrucciones de la actividad 1 y luego otorgue al estudiantado de 5 a 10 minutos para que resuelvan la actividad y respondan las preguntas 1.1, 1.2, 1.3 y 1.4. Pasado el tiempo, realice un plenario de la actividad uniendo las piezas correspondientes al grafito y al diamante, y pídale al estudiantado que compartan las respuestas de sus preguntas.

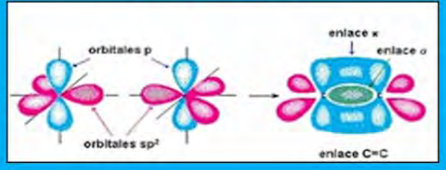
Claves de la Actividad 1

G

Estructura que combina átomos de carbono con hibridación Sp^2 , cada átomo de carbono se une a otros 3, en una estructura plana.

G

Hibridación

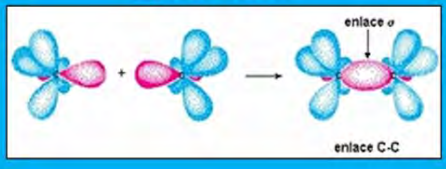


D

Estructura que combina átomos de carbono con hibridación Sp^3 , cada átomo de carbono se une a otros 4.

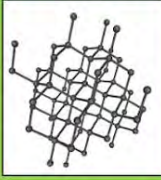
D

Hibridación



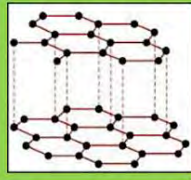
D

Estructura



G


Estructura






| Preguntas | Ideas claves para las respuestas |
|-----------|---|
| 1.1 | La diferencia de las estructuras entre el diamante y el grafito es principalmente como se encuentran distribuidos los átomos de carbono. El grafito está formado por capas planas de redes hexagonales, mientras que, en el diamante cada átomo de carbono está unido a cuatro átomos de carbono sin formar capas. |
| 1.2 | La diferencia de hibridación entre el diamante y el grafito es el tipo de orbital y enlace. En el grafito los átomos de carbono presentan hibridación Sp^2 , formando tres enlaces covalentes. En el diamante, los átomos de carbono presentan hibridación Sp^3 , unidos entre sí por enlaces covalentes. |
| 1.3 | A pesar de que el grafito y el diamante están formados por átomos de carbono, su diferencia radica en sus estructuras y en la hibridación, generando así propiedades únicas para cada una de las estructuras. |

Luego se deberá leer el “¿sabías que?” de la guía del estudiante, se sugiere que se realicen las siguientes preguntas al estudiantado: “¿Qué significa que el carbono tiene 4 electrones de valencia?”, con el fin de recordar la materia ya vista.


Posterior a esto solicite a algún estudiante que lea el texto “¿Qué papel juega la hibridación? y ¿Por qué es importante conocer la forma de las moléculas?”, otorgue 3 minutos para responder la última pregunta de la actividad N°1

¿Qué papel juega la hibridación? 

La hibridación es la interacción de orbitales atómicos dentro de un átomo para formar nuevos orbitales híbridos. Los orbitales atómicos híbridos son los que se superponen en la formación de los enlaces, dentro de la teoría del enlace de valencia, y justifican la **geometría molecular**.

| Tipo de hibridación | Orbitales que se hibridan | Tipos de enlace Simple, doble, triple | Tipos de hidrocarburos | Geometría | Ángulos de enlace |
|---------------------|---|---------------------------------------|------------------------|--|-------------------|
| Sp^3 | S, P _x , P _y , P _z | C-C simple | alcanos |  | 109.5° |
| Sp^2 | S, P _x , P _y | C=C doble | alqueno |  | 120° |
| Sp | S, P _x | C≡C triple | alquino |  | 180° |

¿Por qué es importante conocer la forma de las moléculas?

 La geometría molecular es una disposición tridimensional de los átomos que conforman una molécula. La forma de las moléculas determina las propiedades de las sustancias.

| Pregunta | Ideas claves para la respuesta |
|----------|---|
| 1.4 | <ul style="list-style-type: none"> • Carbono amorfo. • Grafeno. |



Respondida la pregunta, recoja las ideas del estudiante y realice una puesta en común sobre la pregunta 1.4.

Actividad N°2: Propiegrama (25 minutos)

Lea las instrucciones generales de la actividad N°2, y otorgue al estudiantado entre 3 a 5 minutos para que se organice en los grupos pedidos, posteriormente lea nuevamente las instrucciones presentando las claves del crucigrama.

Otorgue el estudiantado 20 minutos para realizar la actividad.

Actividad N°2: Propiegrama

| Clave | Respuesta |
|-------|---------------------|
| 1. | Conductor eléctrico |
| 2. | Dureza |
| 3. | Conductor térmico |
| 4. | Cristalina |
| 5. | Óptica |
| 6. | Opaco |
| 7. | Carbono |




Una vez finalizada la actividad, pídale a la o el representante de cada grupo para que compartan las respuestas del crucigrama y con ello corregirlo, posteriormente otorgue de 3 a 5 minutos para que el estudiantado anote las propiedades de cada estructura del carbono en la tabla de resumen.

Como sugerencia, puede indicar las siguientes descripciones y propiedades del diamante, carbono amorfo y del grafito.

| Diamante | Grafito | Carbono amorfo |
|--|--|--|
| El diamante es un cristal transparente de átomos de carbono enlazados tetraédricamente (sp^3). Posee características excepcionales, la más notable es su dureza, su conductividad térmica y la alta dispersión óptica. | El grafito es de color negro con brillo metálico, refractario y se exfolia con mucha facilidad. En la dirección perpendicular a las capas presenta una conductividad de la electricidad baja, que aumenta con la temperatura, comportándose como un semiconductor. A lo largo de las capas la conductividad es mayor y aumenta proporcionalmente a la temperatura, comportándose como un conductor semimetálico. El grafito es blando y opaco. | El carbono amorfo no tiene una estructura cristalina. A escala macroscópica, el carbono amorfo no tiene una estructura definida, puesto que consiste en pequeños cristales irregulares, pero a escala nano microscópica, puede verse que está hecho de átomos de carbono colocados regularmente. |

¿Cómo son las propiedades en las nanoestructuras de carbono? (10 minutos)

Pídale a algún estudiante que lea en voz alta el texto de pantera negra



¿Cómo son las propiedades en las nanoestructuras de carbono?




Pantera negra es otro superhéroe del universo Marvel, el cual tiene un traje especial constituido por vibranium, material de ficción, que existiría en el centro de la Tierra o que se obtiene a través de los asteroides que han impactado en el planeta. El vibranium es un material que posee propiedades sorprendentes ya que es muy ligero y muy fuerte (el que resiste incluso el impacto de las balas). En la realidad no se ha encontrado un material en la naturaleza con las mismas características que el vibranium, pero sí un material muy similar a base de carbono.

Finalizada la lectura, proyecte en la pizarra el video de pantera negra, el video se encuentra adjuntado al material realizado para la clase 4, el que corresponde al video 1.



Una vez visto el video, otorgue un tiempo de 5 minutos para que el estudiantado responda de manera individual la pregunta.

| Pregunta | Ideas claves para la respuesta |
|---|-------------------------------------|
| Después de ver el video, ¿Qué propiedades tiene el grafeno? | Material delgado Material fuerte |

Respondida la pregunta, otorgue la palabra a algún estudiante que desee dar su opinión frente a esta, luego lea la información presentada en la guía del estudiante, sobre el grafeno.



Una de las formas más recientes descubiertas del carbono es el grafeno el cual surge cuando pequeñas partículas de carbono se agrupan de forma muy densa en láminas de dos dimensiones muy finas (tienen el espesor de un átomo), y en celdas hexagonales. Además, el grafeno es un nanomaterial, ya que, cumple con la característica de que al menos una de sus dimensiones este en escala nano (entre 1 nm y 100 nm).



Se le sugiere complementar las propiedades del grafeno, con la siguiente información:

Propiedades del grafeno

- El grafeno es un material bidimensional, ya que está compuesto de finas capas de un átomo de espesor, con lo que prácticamente se aprecian dos de sus dimensiones. El grafeno es 1000 veces más delgado que el cabello humano.
- El grafeno es un material ultraligero. Una lámina de grafeno de un metro cuadrado pesa 0,77 miligramos.
- El grafeno es flexible, elástico y moldeable. Una lámina de grafeno puede estirarse un 10% de su tamaño normal de forma reversible y puede doblarse hasta un 20% sin sufrir daño alguno.
- A pesar de su flexibilidad es un material que supera la dureza del diamante y es 100 veces más fuerte y resistente que el acero estructural. Es altamente rígido, soportando grandes fuerzas sin deformarse. Para ilustrar de mejor manera las propiedades mecánicas que tiene el grafeno, se le sugiere explicar el ejemplo que usaron sus descubridores (Geim y Novoselov) en el discurso de entrega del premio Nobel. "Este material es tan fuerte que una hipotética hamaca casi invisible de un metro cuadrado de superficie hecha con grafeno sería capaz de soportar el peso de un gato sin romperse. La hamaca pesaría menos de 1 miligramo, menos que uno de los pelos del bigote del gato.
- El grafeno es un buen conductor térmico y excelente conductor eléctrico.
- El grafeno es bactericida, capaz de inhibir el crecimiento de microorganismos como bacterias, virus y hongos, sin afectar el ADN del ser humano, y por ser carbono se ha demostrado que permite el el crecimiento de células, lo que lo convierte en un material potencial en el área de la medicina regenerativa o en la industria alimentaria.

Posteriormente, presente los videos sobre los nanomateriales, correspondientes a video 2, 3 y 4 adjuntos en el material de la clase, se recomienda realizar una pausa entre cada uno de los videos, donde se complementará a través de una presentación de cada uno de los nanomateriales lo visto en cada uno de los videos (la presentación se encuentra adjuntada en el material docente como Presentación Clase 4).

A continuación, se presentan las características y propiedades más relevantes que el estudiantado debe conocer frente a los nanomateriales presentados:

Nanotubos de carbono:

En 1991 Sumio Iijima descubrió los nanotubos de carbono, estructuras constituidos por redes hexagonales de carbono curvadas y cerradas, que forman tubos de carbono con diámetros nanométricos y longitudes del orden de las micras.

Los nanotubos de carbono poseen extraordinarias propiedades las que se presentan a continuación:

- Eléctricas, los nanotubos de carbono se caracterizan por sus diferentes propiedades eléctricas ya que pueden ser metálicos o semiconductores, teniendo gran impacto en el área de la electrónica.
- Mecánicas, los nanotubos de carbono son mucho más fuertes que el acero y se pueden usar para reforzar algunos objetos tales como las raquetas de tenis, bicicletas, palos de golf, entre otros, además de diversas posibles aplicaciones que se están investigando.
- Térmicas, excelentes conductores del calor, lo que los hace perfectos disipadores del calor que se produce en los sistemas electrónicos.

Nanodiamante:

Las nanopartículas de diamante, nanodiamantes, son otra forma de nanomateriales de carbono, se pueden encontrar en grandes cantidades en el petróleo crudo, en meteoritos, polvo interestelar, y nebulosas protoplanetarias, así como en ciertas capas de sedimentos en la tierra. Estas estructuras pueden ser producidos en el laboratorio por la deposición química del vapor o detonando los altos materiales explosivos.

Tiene extraordinarias propiedades las que se presentan a continuación:

- Ópticas, como la fluorescencia que se aplica en los estudios de seguimiento celulares y son también viables para el rastreo como un poderoso agente de contraste de resonancia magnética.
- Dureza, químicamente inerte, y baja citotoxicidad que pueden utilizar como material de revestimiento en los implantes y otras herramientas quirúrgicas en el campo biomédico. Hasta ahora los implantes realizados con recubrimiento de NDS no han mostrado rechazo por lo que pueden ser utilizados con éxito.
- Características excepcionales del adsorbente que pueden adsorber el agua hasta cuatro veces su propio peso, siendo esta nanoestructura un excelente adsorbente para aminoácidos, proteínas, plaquetas y ADN. Además, los hace buenos candidatos como portadores de fármacos y vehículos de reparto. no son tóxicos y los sistemas inmunes del cuerpo no los atacan. Pueden atar a una variedad de moléculas y pueden dar el lanzamiento apuntado de la droga. Además, el complejo del ND de la droga no afecta al glóbulo blanco esto es útil en los tratamientos del cáncer.

Fullerenos:

En 1996, Harold Kroto, Robert Curl y Richard Smalley, descubrieron los fullerenos, estructura estable que tiene exactamente 60 átomos de carbono, en forma esférica y tiene un diámetro de 1 nanómetro.


Los fullerenos tienen diversas propiedades, las que se presentan a continuación:


- Solubilidad, se consiguió que un fullereno soluble en agua mostró actividad contra los virus de inmunodeficiencia humana que causan el SIDA.
- Al unirlos con moléculas de polímeros se obtienen diversas propiedades eléctricas y ópticas, obteniendo aplicaciones en recubrimiento de superficies, dispositivos conductores y en la creación de nuevas redes moleculares.

Luego de cada video se recomienda otorgar de 3 a 5 minutos al estudiantado para escribir las propiedades y características vistas, en el espacio correspondiente en la guía del estudiante.

Una vez terminada la actividad, es importante señalar que la Nanotecnología en el área de Química no sólo se aplica a la Química orgánica (Carbono), sino que sus aplicaciones son amplias cubriendo áreas de la Química Inorgánica, como por ejemplo el oro. Material que en nanotecnología tiene un rol importante y es de los materiales más estudiados. Esto se debe principalmente a su extrema inercia química, que permite la formación de nanopartículas que consisten de unos pocos átomos de oro y sin embargo son muy estables bajo condiciones ambientales. Las nanopartículas de oro tienen propiedades ópticas y catalíticas.

Finalmente, pídale a algún estudiante que lea la información que se muestra a continuación. La importancia de este "Sabías que" es que el estudiantado pueda comprender el beneficio de trabajar con materiales a escala nanométrica, donde sus principales propiedades radican por la estructura molecular que poseen.





¿Sabías que ...?

La estructura molecular de los materiales determinan en gran medida sus propiedades. Cuando las partículas que forman la estructura molecular, tienen escalas de nanómetros, surgen fenómenos poco usuales y potencialmente muy útiles.

Las propiedades de mayor interés son la mecánicas, magnéticas, electrónicas, ópticas y catalíticas, entre otras. Un hecho sobresaliente es que, en los materiales de interés, las diferentes propiedades pueden ser controladas variando el tamaño de las nanopartículas, de manera que las propiedades particulares del material puedan ajustarse al tipo de aplicación o al fenómeno que se desea estudiar. De este modo, gran parte del interés en las nanopartículas radica también en el estudio de las propiedades básicas que se presentan al pasar de un nivel atómico o molecular hasta el material de proporciones de mayor masa y dimensiones.

Actividad 3: Cada oveja con su pareja (30 minutos)

Lea las instrucciones generales de la actividad tres, y otorgue al estudiantado entre 3 a 5 minutos para que se organice en los grupos pedidos.

Se recomienda preparar con anterioridad el material del memorice, adjuntado en los materiales de la clase.

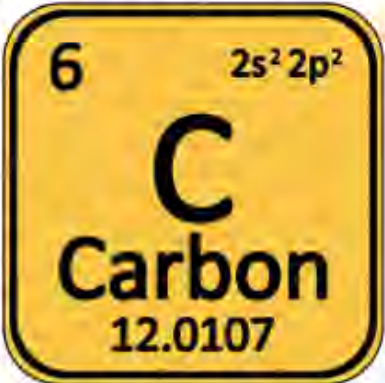
Actividad N°3: Cada oveja con su pareja

Organícense en los grupos del proyecto, lean atentamente las instrucciones de la actividad.

Instrucciones Generales:

- Cada grupo es responsable del conjunto de tarjetas entregadas, al finalizar la actividad serán devueltas al docente, cuide el material.
- Cada grupo tiene como objetivo asociar las tarjetas de las nanoestructuras y estructuras de carbono con las tarjetas que contengan sus propiedades y estructura molecular correspondiente.

Ejemplo:



➔

Elemento químico de aspecto negro o incoloro con número atómico 6, Pertenece al grupo de los no metales y su estado habitual en la naturaleza es sólido.

Finalizada la actividad, realice un plenario con los resultados obtenidos en cada grupo. Es importante tener en consideración los errores que se pueden presentar en la actividad, como por ejemplo relacionar de manera

incorrecta las tarjetas, es por eso que se le sugiere que comporta las respuestas correctas, las cuales están adjuntadas en el material adicional en el ppt llamado Memorice, donde las tarjetas se encuentran ordenadas.

Importante: Tenga en cuenta que, en la actividad, existen tarjetas que pueden corresponder con más de una de las tarjetas.



Cierre (10 minutos)

Se le pregunta al estudiantado qué aprendieron durante la clase. Retome las ideas y conceptos principales de esta con ayuda de los estudiantes: propiedades de las diferentes formas de carbono y cómo se relaciona con su estructura; propiedades a escala nano de diferentes nanoestructuras.

Para más información:

Estructuras de carbono

Nanodiamantes

Referencias:

Imágenes guía del estudiante

- Emma Frost: <http://iwate-kokyo.info/imagexgkl-x-men-first-class-emma-frost-diamond.shtm>
- Geometría Molecular del carbono: <https://brainly.lat/tarea/6492701>
- Grafeno: <https://www.nobbot.com/pantallas/que-hay-del-grafeno/>

Información guía del estudiante

- <https://nanotecnologia.fundaciontelefonica.com/2013/10/10/nanotubos-de-carbono-electronica/>
- <https://www.graphenano.com/uploads/2017/11/Que-es-el-grafeno.pdf>
- Kazi, S. (Julio 2014). A review article on nanodiamonds discussing their properties and applications. *International Journal of Pharmaceutical Science Invention*. Volumen (3), p.43-44

Videos:

- ¿Vibranium o grafeno?: https://youtu.be/58wXO_AHUag
- Fullerenos: <https://youtu.be/uK8HJ2c4hKY>
- Nanotubos de carbono: <https://youtu.be/HZmTS7cWAEo>
- Nanodiamantes: <https://youtu.be/CiNRoWqAgl8>

Imágenes memorice:

- diamante: <http://www.cubadebate.cu/noticias/2014/03/24/la-informacion-puede-trasmitirse-por-un-hilo-de-diamante/#.W43rkJMzbq0>
- Carbono (tabla periódica): <https://sp.depositphotos.com/127700360/stock-illustration-periodic-table-element-carbon-icon.html>
- Carbono amorfo: https://es.wikipedia.org/wiki/Carbono_amorfo
- Estructuras de grafito y diamante: <https://www.elobservadordelabelleza.com/reportaje/lapices-diamantes-bruto/grafito-diamante-estructura-cristalina/>
- Estructura 2 del diamante: <http://www.mailxmail.com/curso-todo-sobre-diamantes/estructura-cristalina-diamante>
- grafito (escultura): https://www.elespanol.com/social/20160519/125987552_0.htm
- Fullerenos: <https://www.datuopinion.com/fullereno>

- Fullerenos con medicinas: elaboración propia
- Fullerenos: <http://www.experientiadocet.com/2012/06/el-mecanismo-para-el-crecimiento-de.html>
- Nanotubo de carbono: http://www.aportes.educ.ar/sitios/aportes/recurso/index?rec_id=107906&nucleo=fisica_nucleo_arte
- Nanotubo de carbono 2: <http://www.cienciacierta.uadec.mx/2017/12/22/aplicaciones-de-nanotubos-de-carbono/>
- Estructura nanodiamante: <https://str.llnl.gov/str/November03/vanBuuren.html>
- Nanodiamante: Kazi, S. (Julio 2014). A review article on nanodiamonds discussing their properties and applications. *International Journal of Pharmaceutical Science Invention*. Volumen (3), p.41

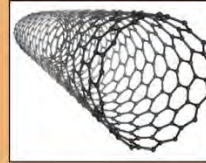
Material didáctico

Todo el material que se adjunta a continuación se encuentra disponible en:
<https://drive.google.com/drive/folders/1uauPD7wCTXHjNC0HKFuEDmYH7kK24Gvs?usp=sharing>

Presentación Materiales Nano

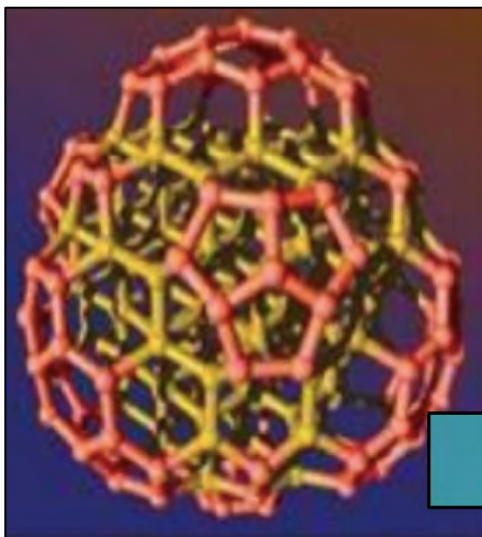


En 1991 Sumio Iijima descubrió los nanotubos de carbono, estructuras constituidos por redes hexagonales de carbono curvadas y cerradas, que forman tubos de carbono con diámetros nanométricos y longitudes del orden de las micras.




PROPIEDADES

- **Eléctricas**, pueden ser metálicos o semiconductores, teniendo gran impacto en el área de la electrónica.
- **Mecánicas**, los nanotubos de carbono son mucho más fuertes que el acero y se pueden usar para reforzar algunos objetos tales como las raquetas de tenis, bicicletas, palos de golf, entre otros, además de diversas posibles aplicaciones que se están investigando.
- **Térmicas**, excelentes conductores del calor, lo que los hace perfectos disipadores del calor que se produce en los sistemas electrónicos.






NANO DIAMANTE



Pancreatic ductal adenocarcinoma, PDAC remains one of the most difficult-to-treat cancers: nanomedicine based approaches could help overcome drug delivery challenges

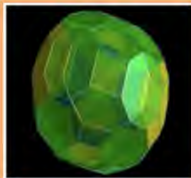
- Nanotechnology-based drug delivery platforms have the potential to enable targeting of pathological processes of the disease, alone or in combination with agents designed to disrupt the pathological barriers, eg. tumor stroma.
- Recent study on the promise of nanotechnology for pancreatic cancer treatment: tumor-penetrating peptide combined with lipid bilayer-coated mesoporous silica particles [Liu et al. J Clin Invest. 2017 May 1;127(5):2007-2018].

caso un lípido de bicapa de sílice
(Silicio + oxígeno) mesoporoso

Targeted Medicine
 Witnessing the Solutions and Tackling the Hurdles

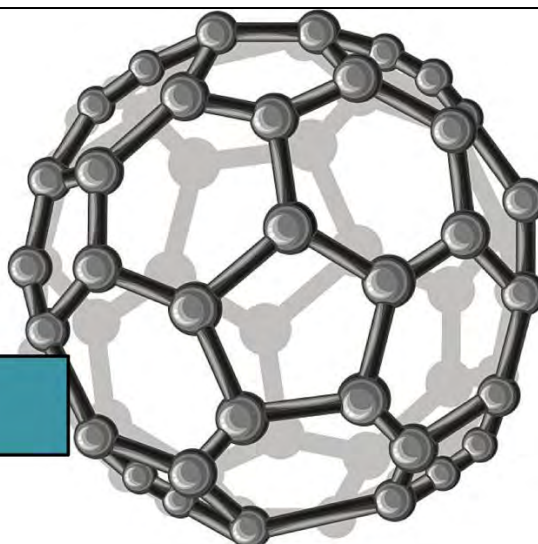
CLINAM
 European Foundation for
 Clinical Nanomedicine



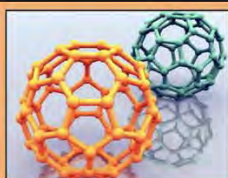
Las nanopartículas de diamante, nanodiamantes, son otra forma de nanomateriales de carbono, se pueden encontrar en grandes cantidades en el petróleo crudo, en meteoritos, polvo interestelar, y nebulosas protoplanetarios, así como en ciertas capas de sedimentos en la tierra. Estas estructuras también ser producidos en el laboratorio por la deposición química del vapor o detonando los altos materiales explosivos.

PROPIEDADES

- **Ópticas**, utilizadas para el rastreo como un poderoso agente de contraste de resonancia magnética.
- **Dureza, químicamente inerte, y baja citotoxicidad** que pueden utilizar como material de revestimiento en los implantes y otras herramientas quirúrgicas en el campo biomédico.
- **Adsorbente** que pueden adsorber el agua hasta cuatro veces su propio peso, siendo esta nanoestructura un excelente adsorbente para aminoácidos, proteínas, plaquetas y ADN.



FULLERENO



En 1996, Harold Kroto, Robert Curl y Richard Smalley, descubrieron los fullerenos, estructura estable que tiene exactamente 60 átomos de carbono, en forma esférica y tiene un diámetro de 1 nanómetro.

PROPIEDADES

- **Solubilidad**, se consiguió que un fullereno soluble en agua mostraron actividad contra los virus de inmunodeficiencia humana que causan el SIDA.
- Al unirlo con moléculas de polímeros se obtienen diversas **propiedades eléctricas y ópticas**, obteniendo aplicaciones en recubrimiento de superficies, dispositivos conductores y en la creación de nuevas redes moleculares.



Presentación resultados de la actividad: “Cada oveja con su pareja”

RESPUESTAS MEMORICE

Guía 1 de Química. Actividad N°3: Cada oveja con su pareja.

INDICACIONES A CONSIDERAR

- ❑ En las siguientes diapositivas se presentarán las posibles parejas de la actividad cada oveja con su pareja.
- ❑ Las parejas se conforman por una imagen y una descripción
- ❑ Como se menciona en la guía al docente, hay imágenes que pueden tener más de una descripción asociada.



6 $2s^2 2p^2$



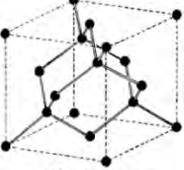
C

Carbon


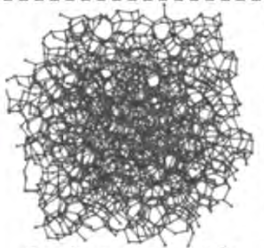
12.0107

Elemento químico de aspecto negro o incoloro con número atómico 6. Pertenece al grupo de los no metales y su estado habitual en la naturaleza es sólido.



| | | |
|---|---|---|
| <p>Material natural de carbono más duro conocido hasta el momento</p> <p>La dureza, propiedad física, puede definirse como la resistencia que ofrece un material a ser rayado.</p> | <p>Estructura que posee índice de refracción y dispersión muy alto, al incidir un rayo de luz produce un centelleo de los colores del arco iris.</p> <p>La refracción y la dispersión corresponden a las propiedades ópticas.</p> | <p>Estructura de carbono macroscópica que presenta una excelente conducción térmica y una muy buena resistencia a choques térmicos (altas temperaturas)</p> |
|  <p>El Diamante</p> <p>Tamaño: desde 2 mm. hasta 12 cm.</p> |  <p>Diamante Escala atómica</p> |  <p>Diamante Escala atómica</p> |



| | | |
|--|---|--|
| <p>Estructura de Carbono que a escala macroscópica, no tiene una estructura definida, puesto que consiste en pequeños arreglos irregulares, pero a escala atómica, se puede ver que está hecho de átomos de carbono colocados regularmente. Es utilizado en filtros para purificar agua.</p> |  |  <p>Carbono amorfo Escala atómica</p> |
|--|---|--|

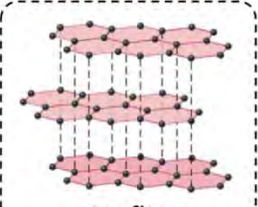


GRAFITO

Es un buen conductor eléctrico en la dirección paralela a sus placas y un aislante en la perpendicular.

Estructura de carbono que genera un material muy blando y opaco. Este material presenta una buena resistencia a la mayoría de los ácidos, bases y agentes corrosivos

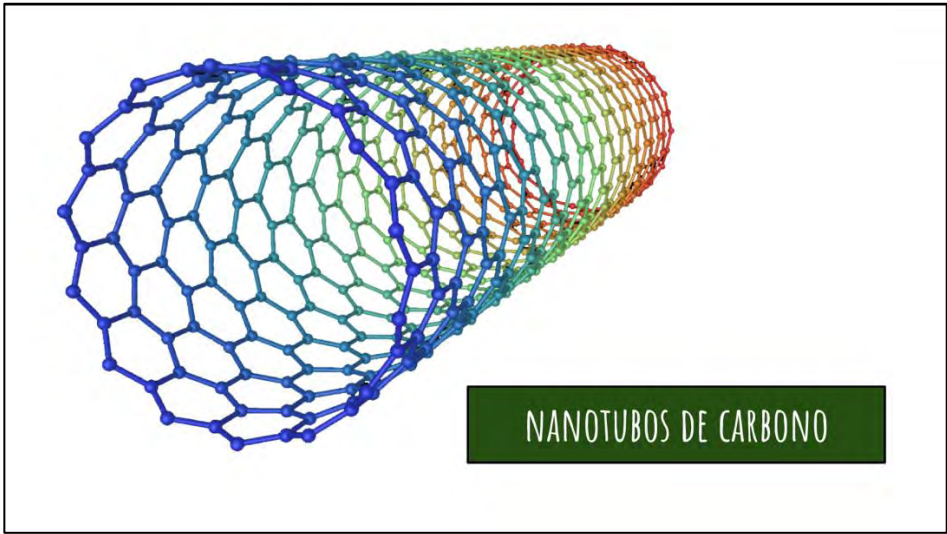
Contrario a la definición de dureza, un material blando se considera cuando fácilmente se puede moldear o hacer cambios en su forma.



Grafito
Escala atómica, con separación de 3.5 Armstrong



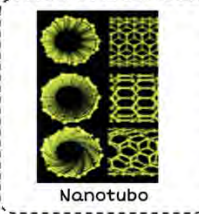
Grafito
Escala macroscópica



NANOTUBOS DE CARBONO

Entre sus propiedades la eléctrica es la que más lo distingue, ya que según cómo esté conformada su estructura pueden ser metálicos o semiconductores, teniendo diversas aplicaciones en la electrónica.

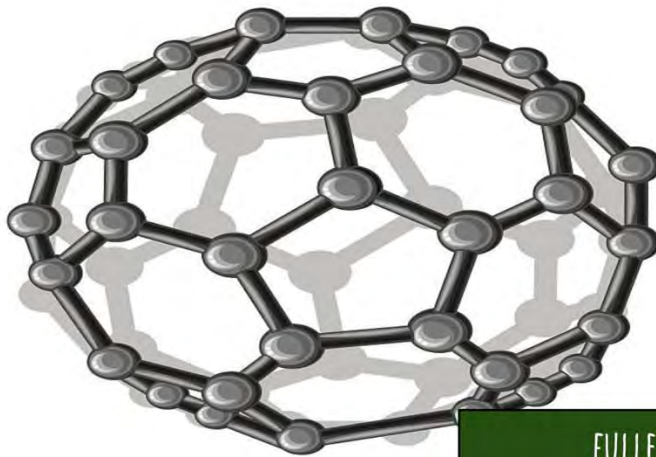
Estructura de carbono que puede tomar la forma de cilindros al enrollar un lámina de grafeno sobre sí misma, uniendo sus bordes.



Nanotubo



Nanotubo

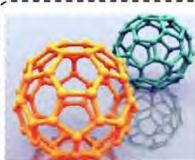


FULLERENOS

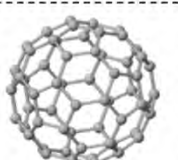
Se demostró que aún cuando su estructura es una de las más estables, es soluble en el agua, con aplicaciones en la Medicina, específicamente combatiendo el virus de inmunodeficiencia humana.

Se demostró que aún cuando su estructura es una de las más estables, es soluble en el agua, con aplicaciones en la Medicina, específicamente combatiendo el virus de inmunodeficiencia humana.

A pesar de tener una estructura de muy baja densidad, esta puede resistir enormes presiones sin modificar o dañar su estructura.



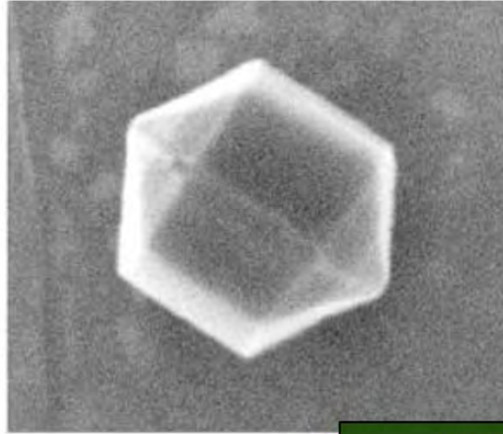
Fullereno
Diámetro cercano a 1 nm.



Fullereno
Diámetro cercano a 1 nm.



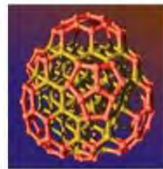
Fullereno
Diámetro cercano a 1 nm.



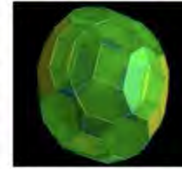
NANODIAMANTES

Estructura utilizada en los últimos años en la medicina, debido a sus propiedades biomédicas, ya que tiene propiedades ópticas excelentes para aplicar en bioetiquetas o biomarcadores

Nanomaterial que tiene características excepcionales del adsorbentes, es por ello y su baja toxicidades que se utilizan como portadores de fármacos y vehículos de reparto.



Nanodiamante
Diamante de diámetro de 5 nm.



Nanodiamante
Diamante de diámetro de 5 nm.

Apéndice 5: Material didáctico para Biología

Clase N°5

Al manipular los productos

| | | |
|---------------|--------------|------------------|
| Nombre: _____ | Fecha: _____ | Curso: II° _____ |
|---------------|--------------|------------------|


Objetivo: Identificar los riesgos y beneficios de la utilización de nanoproductos bajo el contexto de la manipulación genética.




Steve Rogers, era un joven y frágil soldado a quien se le inyectó un suero experimental, para ayudar a los esfuerzos inminentes del gobierno de Estados Unidos en la Segunda Guerra Mundial. El suero experimental del súper soldado fue un bombardeo genético, que aceleró y estabilizó su cuerpo realzando sus habilidades naturales, convirtiéndose así en el Capitán América.

Actividad inicial: Un dudoso suero experimental

Responde individualmente las siguientes preguntas:

-  1. ¿A qué nivel el suero del súper soldado afectó a Steve Rogers?

-  2. ¿Qué pasaría si el suero experimental no hubiese funcionado correctamente en Steve Rogers?



3. Si te ofrecieran la oportunidad de inyectar un suero experimental en tú cuerpo, para transformarte en un superhéroe, aunque tienes el 50% de probabilidad de que este no funcionará correctamente, teniendo efectos secundarios (como los que sufrió Red skull) ¿permitirías que te inyectaran el suero? ¿Por qué?

Actividad Nº1: Los súper portadores

A continuación, se presenta una noticia sobre investigaciones relacionadas con la manipulación genética e incorporando nanotecnologías, lea el artículo y luego responda:

Nanopartículas lipídicas para terapia génica

En la revista se revisan los avances en 25 años de este sistema, incluyendo un trabajo del grupo PharmaNanoGene de la UPV/EHU sobre su aplicación en terapia génica

El grupo de Farmacocinética, Nanotecnología y Terapia Génica (PharmaNanoGene) de la UPV/EHU es un grupo consolidado del Sistema Universitario Vasco, cuya actividad investigadora se enmarca en el diseño y evaluación de medicamentos. Una de sus principales líneas de investigación versa sobre el desarrollo de nuevos sistemas de administración basados en micro y nanopartículas, con mayor énfasis en nanopartículas lipídicas para incrementar la absorción oral de fármacos poco solubles, y para la administración de ácidos nucleicos (terapia génica).

Las nanopartículas lipídicas (SLN y NLC) se consideran unos sistemas muy prometedores para la administración de ácidos nucleicos en terapia génica. Hasta ahora, los sistemas virales de administración de material genético han resultado ser más eficaces, pero presentan importantes problemas de seguridad. "Los vectores no virales, entre los que se encuentran las SLN y NLC, son menos eficaces pero mucho más seguros, aunque su eficacia ha aumentado significativamente en los últimos años", comentan Alicia Rodríguez, María Ángeles Solinís y Ana del Pozo, autoras del artículo publicado en la revista European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics.

Estos sistemas tienen como principales ventajas en terapia génica, la capacidad de protección del material genético frente a la degradación, facilitar la internalización celular y nuclear, y favorecer el proceso de transfección. "Además, las nanopartículas están formadas por materiales biocompatibles y biodegradables, son fáciles de producir a gran escala, se pueden esterilizar y liofilizar, y presentan una alta estabilidad, tanto en fluidos biológicos como durante el almacenamiento", explican las investigadoras.

Entre muchas investigaciones, en PharmaNanoGene también se ha estudiado la aplicación de las SLN para el tratamiento de la enfermedad de Fabry, una alteración metabólica, multisistémica y grave, de carácter hereditario. "Se trata de una enfermedad monogénica, ligada al cromosoma X, que se produce por diversas mutaciones en el gen que codifica la enzima α -galactosidasa A (α -Gal A). En modelos celulares de esta enfermedad, hemos demostrado la capacidad de las SLN para inducir la síntesis de la α -Gal A". También han revisado la aplicación de las nanopartículas lipídicas al tratamiento de enfermedades infecciosas: "nuestros trabajos en este campo muestran cómo las SLN con ARN de interferencia son capaces de inhibir in vitro un replicón del virus de la hepatitis C, lo que sirvió como prueba de concepto de la utilidad de los vectores basados en SLN como una nueva estrategia terapéutica para el tratamiento de esta infección y otras relacionadas".

PUBLICADO POR EUROPEAN JOURNAL OF PHARMACEUTICS AND BIOPHARMACEUTICS, 2 DE FEBRERO 2017



1.1 ¿Cuáles serían las posibles ventajas que se podrían tener al incorporar nanopartículas?



1.2 Las nanopartículas de estos fármacos, ¿Crees tú que tendrían algún efecto a nivel genético al ser ingeridas? Explica.



1.3 ¿Qué riesgos crees tú que podría tener para el ser humano este tipo de fármacos?



1.4 Señale y explique los efectos de un producto que contenga nanopartículas que conozcas, relacionando los siguientes conceptos: manipulación genética, nanopartículas, ventajas y riesgos.

Actividad N°2: Una nueva generación de Productos

Como hemos visto, la ciencia en estos últimos años ha creado una nueva generación de productos, los que han ido introduciendo nanopartículas, otorgando así nuevas propiedades a dichos productos, mejorando su eficiencia y eficacia. Muchos de estos productos están presentes en nuestra vida diaria, aunque no seamos conscientes de estos.

A continuación, junto a tu docente se verá alguno de estos productos.



Luego de revisar algunos de estos productos, responda:



2.1 ¿Cuántos de los productos presentados, se encuentran presentes en su vida cotidiana y desconocías las propiedades que tenían?



2.2 ¿Qué producto te sorprendió más? ¿qué propiedades del producto son mejoradas utilizando nanopartículas y/o nanomateriales?



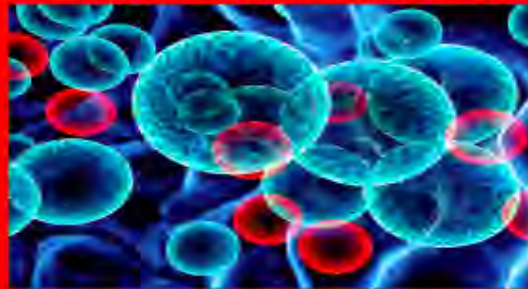
2.3 ¿De qué manera se relacionan estos productos que involucran nanomateriales con la manipulación genética?

Actividad N°3: El uso responsable de la Nanotecnología

A continuación, se presenta una noticia relacionada con los posibles riesgos que presentan estos nuevos productos que involucran nanopartículas en su composición. Lea el artículo y luego responda:

LOS NANO RIESGOS NO SON TAN DIMINUTOS

La nanotecnología es la nueva revolución tecnológica, pero faltan investigaciones sobre su impacto en la salud. Las nanopartículas presentes en cremas o aerosoles,



La nanotecnología se vislumbra como la gran revolución tecnológica del siglo XXI. Además, se han destinado recursos para la fabricación de nanomateriales, que ya están entre nosotros, como las nanopartículas presentes en la raqueta de Rafael Nadal, en las superficies de ropa o cremas solares con protección total. Pero, ¿podrían las nanopartículas ser un peligro para la salud?. Existe la duda si su pequeño tamaño y su alta reactividad, podrían ser un defecto. En el caso de los bienes de consumos, que a diferencia de las aplicaciones para la medicina no pasan por ensayos clínico con seres humanos, no se sabe con certeza si en algunos casos podrían atravesar la piel, viajar por el torrente sanguíneo y alcanzar los órganos o alterar elementos celulares, debido a su alta reactividad.

Los beneficios sociales y económicos que se esperan de ellas son muchos y la mayoría de los expertos en este campo coinciden en la respuesta: no hay riesgo, pese a que algunas organizaciones ecologistas se hayan empeñado en lo contrario. Lo cierto es que, por su tamaño, las nanopartículas adquieren propiedades físicas y químicas diferentes a sus homologas a escala mayor.

En química, sea en kilos, en micras o en nanómetros, los riesgos de una sustancia dependen de diferentes factores. Y todos suman.

El tamaño, por ejemplo, puede ser tanto una ventaja como un defecto, dependiendo del uso y de la sustancia. Un kilo de oro sólido arrojado a la cabeza de alguien puede dañar su salud. Sin embargo, en un futuro las partículas de oro de 35 nanómetros podrían servir para tratar el cáncer. Otro ejemplo. Actualmente, el arsénico se utiliza en procesos industriales en pequeñas dosis (no tan pequeñas como las nano) y en compuestos que permiten beneficiarse de algunas de sus propiedades de forma controlada y segura. Ahora bien, si se ingiere directamente y en concentraciones más elevadas se trata de un clásico de los venenos.

Otra de las cosas importantes es averiguar si por su pequeño tamaño pueden ir a parar a lugares inesperados, donde moléculas mayores no pueden penetrar, y alterar mecanismos celulares de forma indeseada, puesto que se ha visto que si se respiran alcanzan el fluido sanguíneo. Incluso se sospecha que pueden llegar al cerebro o al feto en mujeres embarazadas y provocar alteraciones.

Referencia: "Los Nanorriesgos no son tan diminutos", Monica Lopez Ferrado (5 de Octubre, 2010). Diario El Pais, pag 28-29



3.1 ¿Qué riesgos podría tener el utilizar productos con nanopartículas?



3.2 ¿De qué manera al utilizar un producto con nanopartículas éstas entran en contacto con nuestro cuerpo?



3.3 ¿Consideras que un producto debería ser utilizado sin conocer los riesgos, aun cuando implique una mejora sustancial del producto? Argumenta tu respuesta.



Formalicemos lo aprendido

Existen diversos estudios acerca de la toxicología de diferentes nanopartículas, una de las ellas son los efectos en el tracto respiratorio, asociadas a la exposición de aerosoles que presentan nanopartículas, donde las nanopartículas dispersadas pueden llegar hasta los alvéolos pulmonares, logrando llegar a la zona intersticial y, a través de la sangre, alcanzar órganos secundarios. La inhalación se considera la principal vía de penetración. Sin embargo, las nanopartículas liposolubles presentes en cremas u otros productos tópicos pueden transitar por el espacio intercelular de la capa córnea de la piel, pasar a través de los folículos capilares o de las glándulas sudoríparas, y una vez absorbidas pueden alcanzar el torrente sanguíneo, las cuales se pueden acumular en diferentes órganos como el hígado, bazo, riñón, cerebro, corazón o en ganglios linfáticos.

En la figura se presenta un esquema de diferentes materiales nanoestructurados que pueden ser incorporados al organismo a través de diferentes formas de exposición. En la parte izquierda se muestran nanomateriales basados en carbono en forma de nanopartículas o nanotubos, así como partículas de óxidos metálicos como el zinc, aluminio o cobre pueden incorporarse por exposición ambiental. En la parte derecha, se muestran nanopartículas diseñadas para determinados tipos de aplicaciones en productos alimenticios, cosméticos o fármacos.



Debido a los riesgos que presentan las nanopartículas, es que se debe tener presente los posibles efectos que estas pueden generar en nuestro organismo. Es por eso, que algunos centros de investigación se encuentran desarrollando estudios, los cuales certifiquen el uso de nanopartículas en productos.

Actividad Final: Apliquemos lo aprendido








Imagina que se desarrollen fármacos del suero experimental del súper soldado los que son transportados por nanopartículas. ¿Qué ventajas y qué riesgos podrían contraer que estos fármacos se utilicen?, explica relacionando los siguientes conceptos: manipulación genética, nanopartículas, nanotoxicidad.

Guía al docente Clase N°5
Al manipular los productos

A. Simbología

A continuación, se presenta una tabla de contenido, en la cual se adjuntan símbolos que representan diferentes momentos de aprendizaje que se llevarán a cabo durante la clase.

| | |
|---|---|
|  | Tips: Señala que hay información clave para que el estudiantado entienda y se introduzca al contenido. |
|  | Atención: Señala que hay información clave para comprender el contenido. |
|  | Actividad: Señala que el estudiantado debe aplicar lo aprendido |
|  | Trabajo grupal: Señala que la actividad a realizar es de manera grupal. |
|  | Plenario: Señala que se realiza una puesta en común con el curso. |

B. Matriz curricular

| Objetivo de Aprendizaje | Resultado de aprendizaje para NyN |
|---|--|
| OA8: Investigar y explicar las aplicaciones que han surgido a raíz de la manipulación genética, para generar alimentos, detergentes, vestuario, fármacos u otras, y evaluar sus implicancias éticas y sociales. | Identificar los riesgos y beneficios de la utilización de productos con nanopartículas, en diversos contextos. |

| Habilidades | Actitudes | Indicadores de Actitud |
|---|--|---|
| Crear, seleccionar, usar y ajustar modelos para describir mecanismos y para predecir y apoyar explicaciones sobre las | Mostrar curiosidad, creatividad, e interés por conocer y comprender los fenómenos del entorno natural y tecnológico, | Expresan sus opiniones sobre fenómenos del entorno natural y tecnológico que hayan observado en forma libre y espontánea. |

| | | |
|---|---|--|
| relaciones entre las partes de un sistema. Formular y fundamentar hipótesis comprobables, basándose en el conocimiento científico. | disfrutando el conocimiento intelectual que genera el conocimiento científico y valorando su importancia para el desarrollo de la sociedad. | Utilizan conocimientos científicos en soluciones de problemas científicos. |
|---|---|--|

| Planes y objetivos de clases | Conocimientos previos | Contenidos | Indicadores de Evaluación | Recurso de aprendizaje |
|--|------------------------|--|---|---|
| Reconocer las ventajas y desventajas de la manipulación genética. Además, analizar la incorporación de las NyN en los nuevos productos. Analizar los riesgos y beneficios de la utilización de nanoproductos bajo el contexto de la manipulación genética. | Manipulación genética. | Beneficios y riesgos de la utilización de nanoproductos. | A través del análisis el estudiantado es capaz de ser consciente de los beneficios y riesgos que implican las nanopartículas. | Noticia de Nanopartículas lipídicas para terapia génica. Presentación de productos con nanopartículas incorporadas. Noticia sobre los riesgos de las NyN. |
| Tiempo estimado: 2 horas pedagógicas | | | | |

La clase de la asignatura de Biología tiene como propósito que el estudiantado pueda identificar los riesgos y beneficios de la utilización de nanoproductos bajo el contexto de la manipulación genética.

Para ello, el o la docente mediar la lectura de un boletín informativo sobre algunas investigaciones que se están realizando sobre fármacos que tienen efectos a nivel genético lo que son transportados a través de nanopartículas, con el fin que el estudiantado identifique los beneficios de estos y los riesgos que pueden causar, para luego el docente realice una presentación mostrando los productos presentes en el mercado que contienen nanopartículas o utilicen nanomateriales, para finalizar con una noticia que presenta los posibles riesgos que conllevan incluir nanopartículas en diversas aplicaciones.

La finalidad de esta clase, es que el estudiantado pueda ser consciente los beneficios y los riesgos que se tiene al incorporar nanopartículas en diversas aplicaciones, las que pueden afectar a la salud.

Conceptos claves: Manipulación genética, riesgos, beneficios de la nanotecnología.

C. Secuencia didáctica

Instrucciones generales

Profesor(a), recuerde que las actividades planteadas deben ser desarrolladas por el estudiantado a través de un trabajo colaborativo, y usted debe medir y monitorear el trabajo realizado. Para ello, es de gran importancia que motive al estudiantado a participar en los diferentes momentos de la clase, a través de la lectura de las instrucciones, información de contenido, entrega de resultado y mediante un plenario cuando sea necesario. Es decir, el estudiantado debe tener un rol protagónico dentro de la sala de clase y en las actividades a realizar. Es importante, que genere las instancias para que el estudiantado pueda reflexionar y compartir diversas opiniones.



Inicio (5 minutos)

Se generan las condiciones necesarias para comenzar la clase. Posteriormente se le comenta al estudiantado el objetivo de la clase y lo que se espera que sean capaces durante el desarrollo de esta.

Desarrollo (75 minutos)

Comente al estudiantado que durante la clase se trabajará con el desarrollo de una guía, donde deberán responder de manera individual, aunque se podrá discutir alguna de las actividades con el compañero o compañera cercanos a su asiento.

Comience distribuyendo las guías a cada estudiante y recuerde conducir el desarrollo de las actividades. Pídale a algún estudiante que lea en voz alta la historia que se presenta a continuación:



Steve Rogers, es un joven y frágil soldado a quien se le inyectó un suero experimental, para ayudar a los esfuerzos inminentes del gobierno de Estados Unidos en la Segunda Guerra Mundial. El suero experimental del super soldado fue un bombardeo genético, que aceleró y estabilizó su cuerpo realzando sus habilidades naturales, convirtiéndose así en el Capitán América.



Leída la información, otorgue un tiempo de 5 minutos para que el estudiantado responda de manera individual las preguntas 1, 2 y 3. Es importante tener en consideración, que las respuestas del estudiantado son ideas subjetivas frente a la situación planteada, es por ello, que no hay una respuesta correcta y concreta, ya que a partir de la actividad se espera que logren distinguir las consecuencias positivas y negativas frente a una posible manipulación genética.

Actividad Inicial: Un dudoso suero experimental

| Pregunta | Ideas clave para la respuesta |
|----------|---|
| 1. | Afecta a un nivel genético. |
| 2. | Lo peor que hubiese pasado es que hubiese sufrido una mutación con resultados |

negativos o la muerte.

Posteriormente, pídale a algún estudiante que lea la siguiente información, la cual es clave para introducir la experiencia:



3. Si te ofrecieran la oportunidad de inyectar un suero experimental en tú cuerpo, para transformarte en un superhéroe, aunque tienes el 50% de probabilidad de que este no funcionará correctamente, teniendo efectos secundarios (como los que sufrió Red skull) ¿permitirías que te inyectarán el suero? ¿Por qué?



Leída la pregunta, comente con el estudiantado la pregunta indicada, otorgando la palabra a la o el estudiante que quiera dar su opinión, luego otorgue el tiempo de 2 minutos aproximadamente, para que escriban su respuesta. Recuerde que las respuestas del estudiantado son ideas subjetivas frente a la situación planteada, es por ello, que no hay una respuesta correcta y concreta.

Actividad N°1: Los super portadores

A continuación, presente la actividad N°1, leyendo las indicaciones y pídale a algún estudiante que lea en voz alta la noticia “Nanopartículas lipídicas para terapia génica”:

Nanopartículas lipídicas para terapia génica

En la revista se revisan los avances en 25 años de este sistema, incluyendo un trabajo del grupo PharmaNanoGene de la UPV/EHU sobre su aplicación en terapia génica

El grupo de Farmacocinética, Nanotecnología y Terapia Génica (PharmaNanoGene) de la UPV/EHU es un grupo consolidado del Sistema Universitario Vasco, cuya actividad investigadora se enmarca en el diseño y evaluación de medicamentos. Una de sus principales líneas de investigación versa sobre el desarrollo de nuevos sistemas de administración basados en micro y nanopartículas, con mayor énfasis en nanopartículas lipídicas para incrementar la absorción oral de fármacos poco solubles, y para la administración de ácidos nucleicos (terapia génica).

Las nanopartículas lipídicas (SLN y NLC) se consideran unos sistemas muy prometedores para la administración de ácidos nucleicos en terapia génica. Hasta ahora, los sistemas virales de administración de material genético han resultado ser más eficaces, pero presentan importantes problemas de seguridad. "Los vectores no virales, entre los que se encuentran las SLN y NLC, son menos eficaces pero mucho más seguros, aunque su eficacia ha aumentado significativamente en los últimos años", comentan Alicia Rodríguez, María Ángeles Solinís y Ana del Pozo, autoras del artículo publicado en la revista European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics.

Estos sistemas tienen como principales ventajas en terapia génica, la capacidad de protección del material genético frente a la degradación, facilitar la internalización celular y nuclear, y favorecer el proceso de transfección. "Además, las nanopartículas están formadas por materiales biocompatibles y biodegradables, son fáciles de producir a gran escala, se pueden esterilizar y liofilizar, y presentan una alta estabilidad, tanto en fluidos biológicos como durante el almacenamiento", explican las investigadoras.

Entre muchas investigaciones, en PharmaNanoGene también se ha estudiado la aplicación de las SLN para el tratamiento de la enfermedad de Fabry, una alteración metabólica, multisistémica y grave, de carácter hereditario. "Se trata de una enfermedad monogénica, ligada al cromosoma X, que se produce por diversas mutaciones en el gen que codifica la enzima α -galactosidasa A (α -Gal A). En modelos celulares de esta enfermedad, hemos demostrado la capacidad de las SLN para inducir la síntesis de la α -Gal A". También han revisado la aplicación de las nanopartículas lipídicas al tratamiento de enfermedades infecciosas: "nuestros trabajos en este campo muestran cómo las SLN con ARN de interferencia son capaces de inhibir in vitro un replicón del virus de la hepatitis C, lo que sirvió como prueba de concepto de la utilidad de los vectores basados en SLN como una nueva estrategia terapéutica para el tratamiento de esta infección y otras relacionadas".

PUBLICADO POR EUROPEAN JOURNAL OF PHARMACEUTICS AND BIOPHARMACEUTICS, 2 DE FEBRERO 2017

Una vez leída la información, otorgue entre 5- 10 minutos, para el desarrollo de las preguntas. Además, es importante señalar que la actividad es individual. Es importante tener en consideración, que algunas respuestas del estudiantado son ideas subjetivas frente a la situación planteada, es por ello, que no hay una respuesta correcta y concreta, ya que a partir de la actividad se espera que logren distinguir las ventajas y posibles riesgos al utilizar nanopartículas para combatir enfermedades genéticas.

Actividad N°1

| Preguntas | Ideas claves para la respuesta |
|-----------|--|
| 1.1 | <p>Las ventajas son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El tamaño de las nanopartículas permitiría llegar a lugares imposibles para el ser humano. • La capacidad de protección del material genético frente a la degradación. • Facilitar la internalización celular y nuclear • Favorecer el proceso de transferencia de los fármacos, grandes portadores. |
| 1.2 | Por su escala nanométrica, las partículas podrían tener algún efecto a nivel genético, ya que tienen la misma escala que el ADN. |
| 1.3 | Podrían causar daños a nivel genético, causando mutaciones o no cumpliendo sus funciones. |



Respondidas las preguntas, otorgue la palabra a algún estudiante que desee dar su opinión frente a las preguntas realizadas.

Realizada la formalización de contenidos, dirija la actividad a la pregunta 1.4, donde el estudiantado deberá aplicar lo aprendido, señalando un ejemplo cotidiano que se encuentre relacionado con los conceptos vistos. Esta pregunta es abierta, por lo tanto, no existe una respuesta correcta.

Actividad N°2: Una nueva generación de Productos (10 minutos)

Realizada la actividad N°1, presente los productos que tienen incorporado nanopartículas (apóyese en la presentación preparada para la clase, presentación Clase 5)

Frente a la presentación de productos, se puede apoyar en la siguiente página: <http://product.statnano.com/>; la cual clasifica los productos fabricados con nanomateriales, según el área en que se aplique como por ejemplo en el área de la agricultura, modificados genéticamente. Este catálogo los podrá ayudar en la elaboración de su proyecto



Una vez presentada la información, el estudiantado deberá responder individualmente las preguntas indicadas, otorgando entre 5 a 10 minutos al estudiantado. Recuerde tener en consideración, que las respuestas del estudiantado son ideas subjetivas frente a su experiencia, es por ello, que no hay una respuesta correcta y concreta, específicamente 2.1 y 2.2.

Actividad N°2

| Preguntas | Ideas claves para la respuesta |
|-----------|---|
| 2.1 | Todos los productos, algunos, no conozco los productos |
| 2.2 | Mencionar algún producto, las propiedades van dirigidas a mejorar la funcionalidad de cada producto. |
| 2.3 | Los nanomateriales y los genes se encuentran relativamente a escala similares, es por ello que los productos que utilizan nanomateriales o nanopartículas tienen repercusiones a escala genética, lo que podrían producir una modificación. |



Respondidas las preguntas, otorgue la palabra a algún estudiante que desee dar su opinión frente a las preguntas realizadas.

Actividad N°3: El uso responsable de la Nanotecnología (15 minutos)

Pídale a algún estudiante que lea en voz alta las indicaciones de actividad, luego otorgue al estudiantado 10 a 15 minutos para completar la lectura y responder las preguntas indicadas.

Actividad N°3

| Preguntas | Ideas claves para la respuesta |
|-----------|--|
| 3.1 | Debido que mucho de los productos que tiene nanopartículas y nanomateriales en sus componentes, no han pasado por ensayos clínicos con seres humanos, por lo que se desconoce su real efecto en los seres humanos y su toxicidad largo plazo. |
| 3.2 | Debido a la escala de las nanopartículas y nanomateriales, se desconoce si estas pueden afectar la salud del ser humano, algunos componentes pueden ser venenosos para el organismo, o pueden desviarse entre las diferentes estructuras que componen el organismo humano. |
| 3.3 | Si, debido a los beneficios. No, por los riesgos a la salud humana. |

Realizada la actividad, recoja las ideas del estudiantado.

Se recomienda, como apoyo al docente, revisar la siguiente página:

<https://www.slideshare.net/GerardoVictal/seguridad-en-el-uso-de-nanoparticulas-en-cosmticos>,

En esta se presenta los riesgos y beneficios de los productos cosméticos, para apoyar los argumentos de las interacciones que se puedan generar en el aula.



Realice un plenario de las preguntas 3.1, 3.2 y 3.3. Respecto a la última pregunta se le sugiere recoger las principales ideas y conducir a la formalización de lo visto en la clase.

Pídale a algún estudiante que lea la siguiente información



Formalicemos lo aprendido



Existen diversos estudios acerca de la toxicología de diferentes nanopartículas, una de las ellas son los efectos en el tracto respiratorio, asociadas a la exposición de aerosoles que presentan nanopartículas, donde las nanopartículas dispersadas pueden llegar hasta los alvéolos pulmonares, logrando llegar a la zona intersticial y, a través de la sangre, alcanzar órganos secundarios. La inhalación se considera la principal vía de penetración. Sin embargo, las nanopartículas liposolubles presentes en cremas u otros productos tópicos pueden transitar por el espacio intercelular de la capa córnea de la piel, pasar a través de los folículos capilares o de las glándulas sudoríparas, y una vez absorbidas pueden alcanzar el torrente sanguíneo, las cuales se pueden acumular en diferentes órganos como el hígado, bazo, riñón, cerebro, corazón o en ganglios linfáticos.



En la figura se presenta un esquema de diferentes materiales nanoestructurados que pueden ser incorporados al organismo a través de diferentes formas de exposición. En la parte izquierda se muestran nanomateriales basados en carbono en forma de nanopartículas o nanotubos así como partículas de óxidos metálicos como el zinc, aluminio o cobre pueden incorporarse por exposición ambiental. En la parte derecha, se muestran nanopartículas diseñadas para determinados tipos de aplicaciones en productos alimenticios, cosméticos o fármacos.

Debido a los riesgos que presentan las nanopartículas, es que se debe tener presente los posibles efectos que estas pueden generar en nuestro organismos. Es por eso, que algunos centros de investigación se encuentran desarrollando estudios, los cuales certifiquen el uso de nanopartículas en productos.

Actividad Final: Apliquemos lo aprendido (5-10 minutos)



Lea en voz alta la pregunta que se presenta a continuación, luego otorgue un tiempo de 2 minutos para que el estudiantado responda de manera individual la pregunta. Recuerde, que la respuesta del estudiantado es una predicción frente a una situación, es por ello, que no hay una respuesta correcta y concreta. Ud puede apoyar al argumento del estudiantado, insinuando lo que se ha visto en clase.



Actividad Final: Apliquemos lo aprendido



Imagina que se desarrollen fármacos del suero experimental del super soldados los que sean transportados por nanopartículas. ¿Que ventajas y qué riesgos podrían contraer que estos fármacos se utilicen?, explica relacionando los siguientes conceptos: manipulación genética, nanopartículas, nanotoxicidad.

Cierre (5 minutos)

Se le pregunta al estudiantado qué aprendieron durante la clase. Retome las ideas y conceptos principales de esta con ayuda de los estudiantes: manipulación genética, beneficios y riesgos de incorporar nanopartículas o nanomateriales a los productos, nanotoxicidad.

Referencias

Imágenes guía del estudiante:

- Imagen 1, capitán américa: <https://www.ebay.es/itm/Marvel-Backpack-3D-Captain-America-School-Backpack-3D-Original-Avengers-UK-Stock-/263017943895>
- Imagen 2, Red Skull: <http://boundingintocomics.com/2017/09/15/rose-city-comic-con-bans-hydra-red-skull-cosplay/>

Noticia Nanopartículas lipídicas para terapia génica:

- https://www.ehu.es/es/ehuko-albistek/-/asset_publisher/a1Fb/content/n_20170203-nanoparticulas-lipidicas?redirect=http%253A%252F%252Fwww.ehu.es%252Fes%252Fehuko-albistek%253Fp_p_id%253D101_INSTANCE_a1Fb%2526p_p_lifecycle%253D0%2526p_p_state%253Dnormal%2526p_p_mode%253Dview%2526p_p_col_id%253Dcolumn-2%2526p_p_col_count%253D1

Información guía del estudiante:

- Capitán América: https://es.wikipedia.org/wiki/Capit%C3%A1n_Am%C3%A9rica
- Alimentos transgénicos: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182003000100003
- Manipulación genética: <https://pochicasta.files.wordpress.com/2009/05/manipulacion-genetica.pdf>
- Noticia: “Los nanorriesgos no son tan diminutos”, Mónica López (5 de octubre, 2010). Diario el País, pág. 28 - 29.

Presentación productos con nanomateriales:

Imágenes:

Portada:

- <http://www.4vientos.net/anunciate/>

Limpiador de superficies:

- <http://www.clinexspain.com/novedades-nanotecnologia/>

Virutex:

- <https://www.supercosto.cl/virutex-limpiador-de-pisos-desinfectante-aroma-citrico-1800ml>

Plancha para el pelo:

- <http://www.gamaitaly.com/latam/uy/mujeres/planchas-de-cabello/cp3-digital-tourmaline-ion-plus/>

Crema Keire:

- <http://keire.com.mx/index.php>

Bloqueador solar:

- https://www.sesderma.es/eu_es/nosotros/

Crema Belior:

- <http://www.productosantienvjecimiento.com/antirugas-reafirmantes-regeneradora/gold-luxury-crema-anti-edad-oro-fps-20-50ml-58.html>

Quitoso:

- <https://salcobrand.cl/products/tratamiento-para-eliminar-piojos-y-liendres>

Vitis anticaries:

- <https://www.dentaid.cl/vitis/vitis-anticaries-pasta-dentifrica/id183>

Icono área cosmética:

- https://www.freepik.es/vector-premium/ilustracion-de-equipamiento-de-bano_1474347.htm

Lavadora Mademsa:

- http://mademsa.cl/blog/post/1090_elimina-bacterias-nanoparticulas-de-cobre

Traje de baño O'Neill

- <https://www.swiminn.com/natacion/oneill-pm-hydro-freak/582879/p>

Desodorante para pies Brooks:

- <https://nuevo.jumbo.cl/talco-brooks-220g-talco-80-g/p>

zapatillas nike

- <https://ohmygeek.net/2016/11/15/venta-hyperadapt-1-0/>

Pantalones dockers:

- <https://www.ebay.com/itm/DOCKERS-GENUINE-LEVIS-D1-SLIM-FIT-FLAT-FRONT-TROUSERS-SOFT-KHAKI-CHINOS-PANTS-/200995110187>

Polera Ralph Lauren:

- <http://www.defunkte.es/zapatillas-polo-ralph-lauren-baratas-745.php>

Bicicleta "Pro Machine":

- https://www.bmc-switzerland.com/int-es/experiencia/bmc-tempo/the_bmc_teammachine_a_story_of_success/

Graphene XT:

- <https://www.head.com/es-ES/es/racquetsports/technology/graphene-xt/>

Actividad final:

Capitán américa:

- <http://www.stickpng.com/es/img/comics-y-fantasia/capitan-america/capitan-america-mirandote>

Fármaco:

- <https://www.tipos.co/tipos-de-farmacos/>

Material didáctico

Todo el material que se adjunta a continuación se encuentra disponible en:

<https://drive.google.com/drive/folders/1uauPD7wCTXHjNC0HKFuEDmYH7kK24Gvs?usp=sharing>

Presentación Productos con Nanopartículas



ÁREA DE LIMPIEZA

| | |
|---|--|
|  <p>Clinex nano protect floral Limpiador con aroma a limón, especial para superficies resistentes al agua. Gracias a las nanopartículas de silicio, modifica las superficies para protegerlas de la suciedad.</p> |  <p>Virutex Limpiador para pisos y superficies con aroma cítrico. Contiene nanopartículas de cobre, un elemento reconocido por sus propiedades antibacteriales, previniendo y eliminando hasta un 99,99% de gérmenes y bacterias.</p> |
|---|--|



ÁREA DE ELECTRODOMÉSTICOS



CP3 Ceramic Tourmaline

La plancha CP3 Tourmaline tiene sus patines recubiertos con nanopartículas de Tourmaline, teniendo la capacidad de emitir iones y calor infrarrojo lejano, logrando así un efecto anti frizz.



Lavadora Mademsa

Lavadora con un filtro que tiene nanopartículas de cobre, ya que este tipo de nanopartículas tiene propiedades antibacterianas, por lo que elimina bacterias.



ÁREA COSMÉTICA



Keire

Marca mexicana, utiliza la nanotecnología para usos cosméticos encapsulando los componentes activos como la vitamina A, vitamina C, vitamina E, vitamina F, aminoácidos y extractos de plantas.



Sesderma

Sesderma es una marca española pionera en aplicar la nanotecnología en la elaboración de productos dermocosméticos. Los productos pueden administrarse por todas las vías, desde tópica, oral, óptica y oftálmica a inyectable.



ÁREA COSMÉTICA



Belior

Esta crema facial contiene oro pulverizado en nanopartículas posee múltiples propiedades tiene un efecto revitalizador y tensor inmediato y potencia su luminosidad.



Quitoso


Quitoso, es un producto que elimina piojos y liendres, este producto tiene nanopartículas de sílice, que ayudan a romper la cubierta externa de los piojos para eliminarlo.

ÁREA COSMÉTICA



Brooks

Talco desodorante para pies, contiene un complejo de nanopartículas bioicidas que eliminan hongos y bacterias que se generan producto del uso continuo de calzado, más aún cuando se practica deporte. Así además de la sensación de frescura, ayuda a que se elimine el mal olor.



Vitis

Dentífrico anticaries que previene la aparición de caries y protege frente a la erosión dental gracias a la acción de las nanopartículas de hidroxiapatita, elemento natural del diente, que se combinan e integran con el esmalte dental formando una capa protectora que lo fortalece.

ÁREA DEPORTIVA



Hydrofreak

O'Neill presentó el bañador con el secado más rápido del mercado, HydroFreak, una prenda confeccionada gracias a la nanotecnología, con la que han creado material propio capaz de repeler el agua y dejar la prenda seca en menos de cinco minutos.



Nano - Tex

Nano-Tex trabaja con una cuarentena de grandes fabricantes de ropa como Dockers o Nike. En Europa está comercializando su tecnología con Marks & Spencer y está en conversaciones con grandes confeccionadores españoles, según explica su presidente, Don Tice.

ÁREA DEPORTIVA



Bicicleta "Pro Machine"

El Equipo Phonak utiliza una bicicleta que con una estructura que incorpora nanotubos de carbón. El fabricante suizo, BMC, afirma que el marco de su "Pro Machine" pesa menos de un kilo y goza de unos niveles excepcionales de rigidez y fuerza.



Graphene XT

Una marca de raquetas en particular introdujo una tecnología que sea llama Graphene XT, utilizando grafeno que le otorga como propiedades mecánicas de la raqueta, la hace más rápida ya que tiene una distribución optimizada de peso. La marca Wilson, utiliza nanotecnología para raquetas y pelotas de tenis.

Apéndice 6: Encuesta de validación por juicio de expertos docente

Encuesta de validación por juicio de expertos docentes

Respetado(a) profesor (a): Usted ha sido elegido(a), debido a su experiencia docente y área de especialidad, para evaluar el recurso “Propuesta didáctica interdisciplinar para incorporar Nanociencia y Nanotecnología en II medio, libro para el docente” como parte de la tesis de grado llamada “La nanotecnología como integración de las ciencias y matemática: El mundo de las nanopartículas. Propuesta didáctica para segundo medio”.

En su calidad de docente experto, todos sus comentarios y retroalimentaciones, serán considerados para mejorar el diseño, estructura y contenido de las actividades de aprendizaje planteadas en dicha propuesta didáctica, por lo tanto, se le agradece de antemano su tiempo y disposición (aproximadamente 2 horas).

En primer término, se presenta una descripción general de la propuesta, posteriormente se brindan las indicaciones sobre la evaluación solicitada. Esta propuesta está enfocada a la integración de contenidos de Nanociencia y Nanotecnología a los ya definidos en el Marco Curricular chileno (MINEDUC, 2013) y por los Programas de Estudio respectivos de las tres ciencias escolares (Física, Química y Biología) y Matemática, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1: Objetivo de aprendizaje de las unidades respectivas de Física, Química, Biología y Matemática.

| Matemática | Física | Química | Biología |
|--|---|--|--|
| Unidad: | | | |
| Eje Número Unidad 1 | Unidad 3: Trabajo y Energía | Unidad 3: Química orgánica | Unidad 4: Manipulación genética |
| Objetivos de Aprendizaje (OA) | | | |
| OA 2: Mostrar que comprenden las relaciones entre potencias, raíces enésimas y logaritmos. | OA11: Describir el movimiento de un objeto, usando ley de conservación de la energía mecánica y los conceptos de trabajo y potencia mecánica. | OA17: Crear modelos del carbono y explicar sus propiedades como base para la formación de moléculas útiles para los seres vivos (biomoléculas presentes en la célula) y el entorno (hidrocarburos como petróleo y sus derivados) | OA8: Investigar y explicar las aplicaciones que han surgido a raíz de la manipulación genética para generar alimentos, detergentes, vestuario, fármacos u otras, y evaluar sus implicancias éticas y sociales. |

El objetivo de la propuesta didáctica consiste en que el estudiantado logre diseñar un bosquejo de un producto utilizando e incluyendo nanomateriales. En cada asignatura los estudiantes recibirán información relacionada con la Nanociencia que podrán incorporar en sus propuestas. En la tabla 2 se presentan los contenidos de Nanociencia y Nanotecnología de cada asignatura.

Tabla 2: Contenidos de Nanociencia y Nanotecnología a introducir en la propuesta

| Matemática | Física | Química | Biología |
|-----------------------------------|--|-----------------------------|---|
| Contenidos de la propuesta | | | |
| Nanoescala. Conceptos básicos. | Comportamiento y movimiento de las nanopartículas. | Nanoestructuras de carbono. | Beneficios y riesgos de Nanociencia y Nanotecnología. |

En la propuesta, se incluyen objetivos de clase para NyN para cada asignatura, a modo de exponer los conocimientos y habilidades que se espera desarrolle el estudiante en cada una de ellas, ver Tabla 3:

Tabla 3: Resultados de aprendizaje para Nanociencia y Nanotecnología por asignatura

| Matemática | Física | Química | Biología |
|--|--|--|---|
| Resultados de aprendizaje para NyN | | | |
| 1.Reconocer el nanomundo y sus dimensiones comparando objetos de distintos tamaños. 2.Identificar conceptos esenciales de Nanociencia y Nanotecnología. | Identificar el movimiento de las nanopartículas en un fluido y cómo se ve influenciado por la temperatura. | Conocer las diversas nanoestructuras de carbono y sus principales propiedades. | Analizar los riesgos y beneficios de la Nanociencia y Nanotecnología para la salud. |

Por otro lado, el recurso ha sido construido con la finalidad de promover la interdisciplinariedad, es decir, el trabajo colaborativo entre las tres ciencias escolares y la asignatura de Matemática por medio del enfoque Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemática (STEAM, por sus siglas en inglés). La propuesta está estructurada en cuatro partes secuenciales y progresivas, iniciando con matemática, posteriormente física, luego química y concluyendo con biología, donde se necesitan los conceptos básicos de cada asignatura de segundo medio, los cuales se trabajarán de manera paralela con los contenidos de Nanociencia y Nanotecnología.

Cada asignatura cuenta con guías, las cuales a su vez están compuestas por actividades, como puede apreciarse en la tabla 4:

Tabla 4: Estructura propuesta general

| Propuesta de Matemática 4 horas pedagógicas | |
|--|--|
| Guía 1: Escalas y Mundos. De lo más grande a lo más pequeño. | Actividad inicial: El traje de Ant-Man Actividad Final: No sólo Ant-Man se acerca al mundo nanométrico Introducción y explicación del proyecto |

| | |
|--|--|
| | |
| Guía 2: Descubriendo el mundo nanométrico | Actividad: Alfabeto Nano |
| Propuesta de Física 2 horas pedagógicas | |
| Guía 1: ¿Cómo se mueven las partículas? | Actividad Inicial: ¿Por qué se mueven así las partículas? Actividad 1: ¡Frío, frío...Caliente, caliente! Actividad 2: ¿Qué clase de movimiento es ese? Actividad final: Apliquemos lo aprendido |
| Propuesta de Química 2 horas pedagógicas | |
| Guía 1: Las superestructuras que nos rodean | Actividad Inicial: La despistada Frost Actividad 1: Uniendo las piezas Actividad 2: Propiegrama Actividad 3: Cada oveja con su pareja |
| Propuesta de Biología 2 horas pedagógicas | |
| Guía 1: Al manipular los productos | Actividad Inicial: Un dudoso suero experimental Actividad 1: ¿Qué clase de fruto es ese? Actividad 2: La nueva generación de productos Actividad 3: El uso responsable de la Nanotecnología |

Como medio de validación de nuestra propuesta, es que solicitamos su valoración acerca del material construido. Reiteramos nuestro agradecimiento por su disposición y tiempo para revisar el documento, así como para contestar esta encuesta. Particularmente, solicitamos su apreciación respecto a la utilidad de la secuencia didáctica para lograr los objetivos de aprendizajes (OA), los objetivos de clase propuestos para NyN y las herramientas didácticas utilizadas para abordar los contenidos de Nanociencia y Nanotecnología, considerando el nivel educativo al que van dirigidos y la restricción de tiempo asociada.

Por favor, complete la información a continuación con sus datos:

- Nombre y apellido** :
- Formación académica** :
- Áreas de experiencia profesional** :
- Institución en que se desempeña** :
- Años de experiencia laboral** :
- ¿Ha hecho clases a II medio en los últimos 5 años?** :
- ¿Qué parte de la propuesta validará?** :

Instrucciones:

A continuación, en las tablas para evaluar la propuesta, encontrará una serie de indicadores con frases afirmativas, las cuales usted, como juez de la propuesta, deberá valorar según la siguiente escala:

| Valoración |
|-------------------------------------|
| V Completamente de acuerdo. |
| IV De acuerdo. |
| III Ni de acuerdo ni en desacuerdo. |
| II En desacuerdo. |
| I Completamente en desacuerdo. |

De acuerdo a su criterio asigne un valor a cada indicador, y escriba su apreciación en la casilla correspondiente, como se muestra a continuación (letras en morado)

| Nombre guía | |
|---------------------|---------------|
| Indicador | Valoración |
| Indicador a valorar | I,II,III,IV,V |
| Indicador a valorar | |

(*) Si alguna casilla se encuentra ennegrecida, quiere decir que para esa actividad el criterio no aplica.

Para finalizar la encuesta, encontrará dos preguntas, de las cuales debe indicar su nivel de acuerdo o desacuerdo con lo planteado:

- Completamente**
- Parcialmente**
- No se logra**

También se solicita realizar en esta sección los comentarios que justifican su afirmación.

Propuesta de Matemática

| Guía 1: “Escalas y mundos” De lo más grande a lo más pequeño. | |
|---|--------------|
| Indicador | Valor |
| Las actividades de la guía están de acuerdo con el objetivo de clase planteado. | |
| Las notas al docente son suficientes para comprender la actividad y la manera en que debe ser abordada. | |
| El tiempo propuesto en el desarrollo de la actividad es suficiente para realizarla. | |
| Las indicaciones y procedimientos propuestos en la guía son realizables. | |
| La redacción de la actividad es clara y entendible. | |
| Los contenidos previos facilitan el desarrollo de la actividad. | |
| El vocabulario científico utilizado es comprensible para el desarrollo de la propuesta. | |
| Los materiales requeridos para el desarrollo de la actividad son accesibles. | |
| Las páginas web utilizadas favorecen la comprensión del contenido. | |
| Los archivos de multimedia utilizado favorecen la comprensión del contenido. | |
| Guía 2: Descubriendo el mundo nanométrico. | |
| Indicador | Valor |
| Las actividades de la guía están de acuerdo con el objetivo planteado. | |
| Las notas al docente son suficientes para comprender la actividad y la manera en que debe ser abordada | |
| El tiempo propuesto en el desarrollo de la actividad es suficiente para realizarla | |
| Las indicaciones y procedimientos propuestos en la guía son realizables | |
| La redacción de la actividad es clara y entendible. | |
| Los contenidos previos facilitan el desarrollo de la actividad. | |
| El vocabulario científico utilizado es comprensible para el desarrollo de la propuesta | |
| Los materiales requeridos para el desarrollo de la actividad son accesibles | |

| | |
|---|--|
| Las páginas web utilizadas favorecen la comprensión del contenido. | |
| Los archivos multimedia utilizados favorecen la comprensión del contenido | |

Al término de la revisión de las guías y sus actividades, ¿considera que se logra el Objetivo de aprendizaje (OA2) propuesto para Matemática?:

- Completamente**
- Parcialmente**
- No se logra**

Por favor justifique a continuación, en los comentarios:

| Comentarios |
|-------------|
| |

¿A partir de los OA propuestos por el MINEDUC (ver tabla 1), los objetivos de clase para NyN (ver tabla 3) y los contenidos planteados (ver tabla 2) en la introducción de este documento, considera que, en términos generales, la propuesta completa (Física, Química, Biología y Matemática) cumple con el objetivo de interdisciplinariedad?

- Completamente**
- Parcialmente**
- No se logra**

Por favor justifique a continuación, en los comentarios:

| Comentarios |
|-------------|
| |

La propuesta está diseñada para implementarse en las últimas clases del segundo semestre del año escolar, donde ya se hayan visto los contenidos de potencia y notación científica.

¿Es pertinente la ubicación de la propuesta, en cuanto a nivel, unidad y momento del año escolar?

- Completamente**
- Parcialmente**
- No se logra**

Por favor justifique a continuación, en los comentarios:

| Comentarios |
|-------------|
| |

Propuesta de Física

| Guía 1: ¿Cómo se mueven las partículas? | |
|---|-------|
| Indicador | Valor |
| Las actividades de la guía están de acuerdo con el objetivo de clase planteado. | |
| Las notas al docente son suficientes para comprender la actividad y la manera en que debe ser abordada. | |
| El tiempo propuesto en el desarrollo de la actividad es suficiente para realizarla. | |
| Las indicaciones y procedimientos propuestos en la guía son realizables. | |
| La redacción de la actividad es clara y entendible. | |
| Los contenidos previos facilitan el desarrollo de la actividad. | |
| El vocabulario científico utilizado es comprensible para el desarrollo de la propuesta. | |
| Los materiales requeridos para el desarrollo de la actividad son accesibles. | |
| Las páginas web utilizadas favorecen la comprensión del contenido. | |
| Las páginas web utilizadas favorecen la comprensión del contenido. | |
| Los archivos multimedia utilizados favorecen la comprensión del contenido | |

Al término de la revisión de las guías y sus actividades, ¿considera que se logra el objetivo de aprendizaje (OA11) propuesto para física?

Completamente
Parcialmente
No se logra

Por favor justifique a continuación, en los comentarios:

| Comentarios |
|--------------------|
| |

¿A partir de los OA propuestos por el MINEDUC (ver tabla 1), los objetivos de clase para NyN (ver tabla 3) y los contenidos planteados (ver tabla 2) en la introducción de este documento, considera que, en términos generales, la propuesta completa (Física, Química, Biología y Matemática) cumple con el objetivo de interdisciplinariedad?

Completamente
Parcialmente
No se logra

Por favor justifique a continuación, en los comentarios:

| Comentarios |
|--------------------|
| |

La propuesta está diseñada para implementarse en las últimas clases del segundo semestre del año escolar, donde ya se hayan visto los contenidos de energía cinética. ¿Es pertinente la ubicación de la propuesta, en cuanto a nivel, unidad y momento del año escolar?

Completamente
Parcialmente
No se logra

Por favor justifique a continuación, en los comentarios:

| Comentarios |
|--------------------|
| |

Propuesta de Química

| Guía 1: Las superestructuras que nos rodean. | |
|---|--------------|
| Indicador | Valor |
| Las actividades de la guía están de acuerdo con el objetivo de clase planteado. | |
| Las notas al docente son suficientes para comprender la actividad y la manera en que debe ser abordada. | |
| El tiempo propuesto en el desarrollo de la actividad es suficiente para realizarla. | |
| Las indicaciones y procedimientos propuestos en la guía son realizables. | |
| La redacción de la actividad es clara y entendible. | |
| Los contenidos previos facilitan el desarrollo de la actividad. | |
| El vocabulario científico utilizado es comprensible para el desarrollo de la propuesta. | |
| Los materiales requeridos para el desarrollo de la actividad son accesibles. | |
| Las páginas web utilizadas favorecen la comprensión del contenido. | |
| Los archivos de multimedia utilizados favorecen la comprensión del contenido. | |

Al término de la revisión de las guías y sus actividades, ¿considera que se logra el Objetivo de aprendizaje (OA17) propuesto para Química?:

Completamente
Parcialmente
No se logra

Por favor justifique a continuación, en los comentarios:

| Comentarios |
|--------------------|
| |

¿A partir de los OA propuestos por el MINEDUC (ver tabla 1), los objetivos de clase para NyN (ver tabla 3) y los contenidos planteados (ver tabla 2) en la introducción de este documento, considera que, en términos generales, la propuesta completa (Física, Química, Biología y Matemática) cumple con el objetivo de interdisciplinariedad?

Completamente

**Parcialmente
No se logra**

Por favor justifique a continuación, en los comentarios:

| Comentarios |
|--------------------|
| |

La propuesta está diseñada para implementarse en las últimas clases del segundo semestre del año escolar, donde ya se hayan visto los contenidos de carbono, hibridación y alotropía ¿Es pertinente la ubicación de la propuesta, en cuanto a nivel, unidad y momento del año escolar?

**Completamente
Parcialmente
No se logra**

Por favor justifique a continuación, en los comentarios:

| Comentarios |
|--------------------|
| |

Propuesta de Biología

| Guía 1: Al manipular los productos | |
|---|--------------|
| Indicador | Valor |
| Las actividades de la guía están de acuerdo con el objetivo de clase planteado. | |
| Las notas al docente son suficientes para comprender la actividad y la manera en que debe ser abordada. | |
| El tiempo propuesto en el desarrollo de la actividad es suficiente para realizarla. | |
| Las indicaciones y procedimientos propuestos en la guía son realizables. | |
| La redacción de la actividad es clara y entendible. | |
| Los contenidos previos facilitan el desarrollo de la actividad. | |
| El vocabulario científico utilizado es comprensible para el desarrollo de la propuesta. | |
| Los materiales requeridos para el desarrollo de la actividad son accesibles. | |
| Las páginas web utilizadas favorecen la comprensión del contenido. | |
| Los archivos multimedia utilizados favorecen la comprensión del contenido | |

Al término de la revisión de las guías y sus actividades, ¿considera que se logra el Objetivo de aprendizaje (OA8) propuesto para Biología?:

Completamente

Parcialmente

No se logra

Por favor justifique a continuación, en los comentarios:

| Comentarios |
|--------------------|
| |

¿A partir de los OA propuestos por el MINEDUC (ver tabla 1), los Objetivos de clase para NyN (ver tabla 3) y los contenidos planteados (ver tabla 2) en la introducción de este documento, considera que, en términos generales, la propuesta completa (Física, Química, Biología y Matemática) cumple con el objetivo de interdisciplinariedad?

Completamente
Parcialmente
No se logra

Por favor justifique a continuación, en los comentarios:

| Comentarios |
|--|
| |

La propuesta está diseñada para implementarse en las últimas clases del segundo semestre del año escolar, donde ya se hayan visto los contenidos de manipulación genética.

¿Es pertinente la ubicación de la propuesta, en cuanto a nivel, unidad y momento del año escolar?

Completamente
Parcialmente
No se logra

Por favor justifique a continuación, en los comentarios:

| Comentarios |
|--|
| |

Apéndice 7: Encuesta de validación por juicio de expertos en Nanociencia y Nanotecnología

Respetado(a) investigador(a): Usted ha sido elegido(a), debido a su experiencia y área de especialidad, para evaluar el recurso “Propuesta didáctica interdisciplinar para incorporar Nanociencia y Nanotecnología en el medio, libro para el docente” como parte de la tesis de grado titulada “La nanotecnología como integración de las ciencias y matemática: El mundo de las nanopartículas”.

En su calidad de investigador experto en nanociencia y nanotecnología, todos sus comentarios y retroalimentaciones, serán considerados para mejorar el rigor y precisión con que son utilizados los conceptos de nanociencia y nanotecnología incluidos en las actividades de aprendizaje planteadas en dicha propuesta didáctica, por lo tanto, se le agradece de antemano su tiempo y disposición (aproximadamente 2 horas).

En primer término, se presenta una descripción general de la propuesta didáctica, posteriormente se brindan las indicaciones sobre la evaluación en la que requerimos de su apoyo. Esta propuesta está enfocada a la integración de contenidos de Nanociencia y Nanotecnología a los ya definidos en el Marco Curricular chileno (MINEDUC, 2013) y por los Programas de Estudio respectivos de las tres ciencias escolares (Física, Química y Biología) y Matemática, como se muestra en la tabla 1

Tabla 1: Objetivo de aprendizaje de las unidades respectivas de Física, Química, Biología y Matemática.

| Matemática | Física | Química | Biología |
|--|---|--|--|
| Unidad: | | | |
| Eje Número Unidad 1 | Unidad 3: Trabajo y Energía | Unidad 3: Química orgánica | Unidad 4: Manipulación genética |
| Objetivos de Aprendizaje (OA) | | | |
| OA 2: Mostrar que comprenden las relaciones entre potencias, raíces enésimas y logaritmos. | OA11: Describir el movimiento de un objeto, usando ley de conservación de la energía mecánica y los conceptos de trabajo y potencia mecánica. | OA17: Crear modelos del carbono y explicar sus propiedades como base para la formación de moléculas útiles para los seres vivos (biomoléculas presentes en la célula) y el entorno (hidrocarburos como petróleo y sus derivados) | OA8: Investigar y explicar las aplicaciones que han surgido a raíz de la manipulación genética para generar alimentos, detergentes, vestuario, fármacos u otras, y evaluar sus implicancias éticas y sociales. |

El objetivo de la propuesta didáctica consiste en que el estudiantado logre diseñar un bosquejo de un producto utilizando e incluyendo nanomateriales. En cada asignatura los estudiantes recibirán información relacionada con la Nanociencia que podrán incorporar en sus propuestas. En la tabla 2 se presentan los contenidos de Nanociencia y Nanotecnología de cada asignatura.

Tabla 2: Contenidos de Nanociencia y Nanotecnología a introducir en la propuesta

| Matemática | Física | Química | Biología |
|-----------------------------------|---|-----------------------------|---|
| Contenidos de la propuesta | | | |
| Nanoescala. Conceptos básicos | Comportamiento de movimiento de las nanopartículas. | Nanoestructuras de carbono. | Beneficios y riesgos de Nanociencia y Nanotecnología. |

En la propuesta, se incluyen objetivos de clase para NyN para cada asignatura, a modo de exponer los conocimientos y habilidades que se espera desarrolle el estudiante en cada una de ellas, ver Tabla 3:

Tabla 3: Resultados de aprendizaje propuestos para Nanociencia y Nanotecnología por asignatura

| Matemática | Física | Química | Biología |
|---|---|--|---|
| Resultados de aprendizaje para NyN | | | |
| 1.Reconocer el nanomundo y sus dimensiones comparando objetos de distintos tamaños. 2. Identificar conceptos esenciales de Nanociencia y Nanotecnología. | Comprender el movimiento de las nanopartículas en un fluido y cómo se ve influenciado por la temperatura. | Conocer las diversas nanoestructuras de carbono y sus principales propiedades. | Analizar los riesgos y beneficios de la Nanociencia y Nanotecnología para la salud. |

Por otro lado, el recurso ha sido construido con la finalidad de promover la interdisciplinariedad, es decir, el trabajo colaborativo entre las tres ciencias escolares y la asignatura de Matemática por medio del enfoque Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemática (STEAM, por sus siglas en inglés). La propuesta está estructurada en cuatro partes secuenciales y progresivas, iniciando con matemática, posteriormente física, luego química y concluyendo con biología, donde se necesitan los conceptos básicos de cada asignatura de segundo medio, los cuales se trabajarán de manera paralela con los contenidos de Nanociencia y Nanotecnología.

Cada asignatura cuenta con guías, las cuales a su vez están compuestas por actividades, como puede apreciarse en la tabla 4:

Tabla 4: Estructura propuesta general

| Propuesta de Matemática 4 horas pedagógicas | |
|--|---|
| Guía 1: Escalas y Mundos. De lo más grande a lo más pequeño. | Actividad Inicial: El traje de Ant-Man Actividad Final: No sólo Ant-Man se acerca al mundo nanométrico |

| | |
|--|--|
| | Introducción y explicación del proyecto |
| Guía 2: Descubriendo el mundo nanométrico | Actividad: Alfabeto Nano |
| Propuesta de Física 2 horas pedagógicas | |
| Guía 1: ¿Cómo se mueven las partículas? | Actividad inicial: ¿Por qué se mueven así las partículas? Actividad 1: ¡Frío, frío...Caliente, caliente! Actividad 2: ¿Qué clase de movimiento es ese? Actividad Final: Apliquemos lo aprendido |
| Propuesta de Química 2 horas pedagógicas | |
| Guía 1: Las superestructuras que nos rodean | Actividad Inicial: La despistada Frost Actividad 1: Uniendo las piezas Actividad 2: Propiegrama Actividad 3: Cada oveja con su pareja |
| Propuesta de Biología 2 horas pedagógicas | |
| Guía 1: Al manipular los productos | Actividad Inicial: Un dudoso suero experimental Actividad 1: ¿Qué clase de fruto es ese? Actividad 2: La nueva generación de Productos Actividad 3: El uso responsable de la Nanotecnología |

Como medio de validación de nuestra propuesta, es que solicitamos su valoración acerca del material construido. Reiteramos nuestro agradecimiento por su disposición y tiempo para revisar el documento, así como para contestar esta encuesta. Particularmente, solicitamos su apreciación respecto a la utilidad de la secuencia didáctica para lograr los objetivos de clase para NyN y las herramientas didácticas utilizadas para abordar los contenidos de Nanociencia y Nanotecnología, considerando el nivel educativo al que van dirigidos y la restricción de tiempo asociada.

Por favor, complete la información a continuación con sus datos:

Nombre y apellido :
Formación académica :
Áreas de experiencia profesional :
Institución en que se desempeña :
Años de experiencia laboral :

Instrucciones:

A continuación, en las tablas para evaluar la propuesta, encontrará una serie de indicadores con frases afirmativas, las cuales usted, como juez de la propuesta, deberá valorar según la siguiente escala:

| Valoración | |
|------------|---------------------------------|
| V | Completamente de acuerdo. |
| IV | De acuerdo. |
| III | Ni de acuerdo ni en desacuerdo. |
| II | En desacuerdo. |
| I | Completamente en desacuerdo. |

De acuerdo a su criterio asigne un valor a cada indicador, y escriba su apreciación en la casilla correspondiente, como se muestra a continuación (letras en morado):

| Nombre guía | | |
|---------------------|------------------------|------------------------|
| Indicador | Valoración | |
| | Actividad | |
| | 1 | 2 |
| Indicador a valorar | I / II / III IV / V | I / II / III IV / V |
| Indicador a valorar | I / II / III IV / V | |

(*) Si alguna casilla se encuentra ennegrecida, quiere decir que para esa actividad el criterio no aplica.

Para finalizar la encuesta, encontrará dos preguntas, de las cuales debe indicar su nivel de acuerdo o desacuerdo con lo planteado:

Completamente
Parcialmente
No se logra

También se solicita realiza en esta sección los comentarios que justificarán su afirmación.

Propuesta de Matemática

| Guía 1: Escalas y Mundos. De lo más grande a lo más pequeño | | | |
|---|-------------------|--------------|------------------------------|
| Indicador | | Valor | |
| Existe coherencia entre el objetivo de la guía y las actividades. | | | |
| Las páginas web que se ofrecen al docente para búsqueda de información adicional son vigentes y cuentan con rigor científico o respaldo académico para manejar los conceptos requeridos en las actividades. | | | |
| Indicador | Valoración | | |
| | Actividad | | |
| | Inicial | Final | Introducción proyecto |
| Las definiciones de los conceptos abordados en la guía del estudiante son vigentes de acuerdo con el actual estado de conocimientos. | | | |
| El material audiovisual es coherente con la información que se entrega en la guía del estudiante. | | | |
| El material visual es coherente con la información que se entrega en la guía del estudiante | | | |
| Las notas al docente son suficientes para comprender la actividad y la manera en que debe ser abordada. | | | |
| Las respuestas dirigidas al docente se apegan a un nivel de conocimiento básico en Nanociencia y Nanotecnología sin simplificar en exceso los términos. | | | |
| La información que se le otorga al docente en la guía, son vigentes y cuentan rigor científico para manejar los conceptos requeridos en las actividades. | | | |

Guía 2: Descubriendo el mundo nanométrico.

| Indicador | Valor |
|---|---------------|
| Existe coherencia entre el objetivo de la guía y las actividades. | |
| Las páginas web que se ofrecen al docente para búsqueda de información adicional son vigentes y cuentan con rigor científico o respaldo académico para manejar los conceptos requeridos en las actividades. | |
| Indicador | Valoración |
| | Actividad |
| | Alfabeto Nano |
| Las definiciones de los conceptos abordados en la guía del estudiante son vigentes de acuerdo con el actual estado de conocimientos. | |
| El material audiovisual es coherente con la información que se entrega en la guía del estudiante. | |
| El material visual es coherente con la información que se entrega en la guía del estudiante | |
| Las notas al docente son suficientes para comprender la actividad y la manera en que debe ser abordada. | |
| Las respuestas dirigidas al docente se apegan a un nivel de conocimiento básico en Nanociencia y Nanotecnología sin simplificar en exceso los términos. | |
| La información que se le otorga al docente en la guía, son vigentes y cuentan rigor científico para manejar los conceptos requeridos en las actividades. | |

Al término de la revisión de las guías y sus actividades, ¿considera que se logra el resultado de aprendizaje para NyN propuesto para matemática en la clase 1 y 2, respectivamente: 1. Reconocer el nanomundo y sus dimensiones comparando objetos de distintos tamaños.

2. Identificar conceptos esenciales de Nanociencia y Nanotecnología.

Completamente

Parcialmente

No se logra

Por favor justifique a continuación, en los comentarios:

| Comentarios |
|-------------|
| |

| |
|--|
| |
|--|

¿A partir de los OA propuestos por el MINEDUC (ver tabla 1), los resultados de aprendizaje para NyN(ver tabla 3) y los contenidos planteados (ver tabla 2) en la introducción de este documento, considera que, en términos generales, la propuesta completa (Física, Química, Biología y Matemática) cumple con el objetivo de interdisciplinariedad?

Completamente

Parcialmente

No se logra

Por favor justifique a continuación, en los comentarios:

| Comentarios |
|--------------------|
| |

Propuesta de Física

| Guía 1: ¿Cómo se mueven las partículas? | | | | |
|---|------------|-------|---|-------|
| Indicador | | Valor | | |
| Existe coherencia entre el objetivo de la guía y las actividades. | | | | |
| Las páginas web que se ofrecen al docente para búsqueda de información adicional son vigentes y cuentan con rigor científico o respaldo académico para manejar los conceptos requeridos en las actividades. | | | | |
| Indicador | Valoración | | | |
| | Actividad | | | |
| | Inicial | 1 | 2 | Final |
| Las definiciones de los conceptos abordados en la guía del estudiante son vigentes de acuerdo con el actual estado de conocimientos. | | | | |
| El material audiovisual es coherente con la información que se entrega en la guía del estudiante. | | | | |
| El material visual es coherente con la información que se entrega en la guía del estudiante | | | | |
| Las notas al docente son suficientes para comprender la actividad y la manera en que debe ser abordada. | | | | |
| Las respuestas dirigidas al docente se apegan a un nivel de conocimiento básico en Nanociencia y Nanotecnología sin simplificar en exceso los términos. | | | | |
| La información que se le otorga al docente en la guía, son vigentes y cuentan rigor científico para manejar los conceptos requeridos en las actividades. | | | | |

Al término de la revisión de la guía y sus actividades, ¿considera que se logra el resultado de aprendizaje para NyN propuesto para Física: Comprender el movimiento de las nanopartículas en un fluido y cómo se ve influenciado por la temperatura.

**Completamente
Parcialmente**

No se logra

Por favor justifique a continuación, en los comentarios:

| Comentarios |
|--------------------|
| |

¿A partir de los OA propuestos por el MINEDUC (ver tabla 1), los resultados de aprendizaje para NyN (ver tabla 3) y los contenidos planteados (ver tabla 2) en la introducción de este documento, considera que, en términos generales, la propuesta completa (Física, Química, Biología y Matemática) cumple con el objetivo de interdisciplinariedad?

Completamente

Parcialmente

No se logra

Por favor justifique a continuación, en los comentarios:

| Comentarios |
|--------------------|
| |

Propuesta de Química

| Guía 1: Las superestructuras que nos rodean | | | | |
|---|------------|-------|---|---|
| Indicador | | Valor | | |
| Existe coherencia entre el objetivo de la guía y las actividades. | | | | |
| Las páginas web que se ofrecen al docente para búsqueda de información adicional son vigentes y cuentan con rigor científico o respaldo académico para manejar los conceptos requeridos en las actividades. | | | | |
| Indicador | Valoración | | | |
| | Actividad | | | |
| | Inicial | 1 | 2 | 3 |
| Las definiciones de los conceptos abordados en la guía del estudiante son vigentes de acuerdo con el actual estado de conocimientos. | | | | |
| El material audiovisual es coherente con la información que se entrega en la guía del estudiante. | | | | |
| El material visual es coherente con la información que se entrega en la guía del estudiante | | | | |
| Las notas al docente son suficientes para comprender la actividad y la manera en que debe ser abordada. | | | | |
| Las respuestas dirigidas al docente se apegan a un nivel de conocimiento básico en Nanociencia y Nanotecnología sin simplificar en exceso los términos. | | | | |
| La información que se le otorga al docente en la guía, son vigentes y cuentan con rigor científico para manejar los conceptos requeridos en las actividades. | | | | |

Al término de la revisión de las guías y sus actividades, ¿considera que se logra el resultado de aprendizaje para NyN propuesto para Química: Conocer las diversas nanoestructuras de carbono y sus principales propiedades.

Completamente
Parcialmente
No se logra

Por favor justifique a continuación, en los comentarios:

| Comentarios |
|--------------------|
| |

¿A partir de los OA propuestos por el MINEDUC (ver tabla 1), los resultados de aprendizajes para NyN (ver tabla 3) y los contenidos planteados (ver tabla 2) en la introducción de este documento, considera que, en términos generales, la propuesta completa (Física, Química, Biología y Matemática) cumple con el objetivo de interdisciplinariedad?

Completamente
Parcialmente
No se logra

Por favor justifique a continuación, en los comentarios:

| Comentarios |
|--------------------|
| |

Propuesta de Biología

| Guía 1: Al manipular los productos | | | | |
|---|------------|---|---|-------|
| Indicador | | | | Valor |
| Existe coherencia entre el objetivo de la guía y las actividades | | | | |
| Las páginas web que se ofrecen al docente para búsqueda de información adicional son vigentes y cuentan con rigor científico o respaldo académico para manejar los conceptos requeridos en las actividades. | | | | |
| Indicador | Valoración | | | |
| | Actividad | | | |
| | Inicial | 1 | 2 | 3 |
| Las definiciones de los conceptos abordados en la guía del estudiante son vigentes de acuerdo con el actual estado de conocimientos. | | | | |
| El material audiovisual es coherente con la información que se entrega en la guía del estudiante. | | | | |
| El material visual es coherente con la información que se entrega en la guía del estudiante | | | | |
| Las notas al docente son suficientes para comprender la actividad y la manera en que debe ser abordada. | | | | |
| Las respuestas dirigidas al docente se apegan a un nivel de conocimiento básico en Nanociencia y Nanotecnología sin simplificar en exceso los términos. | | | | |
| La información que se le otorga al docente en la guía, son vigentes y cuentan rigor científico para manejar los conceptos requeridos en las actividades. | | | | |

Al término de la revisión de las guías y sus actividades, ¿considera que se logra el resultado de aprendizaje para NyN propuesto para biología: Analizar los riesgos y beneficios de la Nanociencia y Nanotecnología para la salud.

Completamente
Parcialmente
No se logra

Por favor justifique a continuación, en los comentarios:

| Comentarios |
|--------------------|
| |

¿A partir de los OA propuestos por el MINEDUC (ver tabla 1), los resultados de aprendizaje para NyN (ver tabla 3) y los contenidos planteados (ver tabla 2) en la introducción de este documento, considera que, en términos generales, la propuesta completa (Física, Química, Biología y Matemática) cumple con el objetivo de interdisciplinariedad?

Completamente

Parcialmente

No se logra

Por favor justifique a continuación, en los comentarios:

| Comentarios |
|--------------------|
| |