



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

FACULTAD DE QUÍMICA

QUÍMICA

**LA CIENCIA FICCIÓN COMO HERRAMIENTA PARA LA ENSEÑANZA DE LA
QUÍMICA EN ALUMNOS DE LA ESCUELA NACIONAL COLEGIO DE CIENCIAS Y
HUMANIDADES**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRO EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

PRESENTA:

ROBERTO CORREA TELLO

TUTOR PRINCIPAL: DRA. KIRA PADILLA MARTÍNEZ–FACULTAD DE QUÍMICA

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR

DRA. ANA MARÍA SOSA REYES – FACULTAD DE MEDICINA

DR. PLINIO JESÚS SOSA FERNÁNDEZ – FACULTAD DE QUÍMICA

CIUDAD DE MÉXICO, SEPTIEMBRE 2020



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Índice

Índice	2
Resumen	5
Abstract	6
Introducción	7
1. Marco teórico	9
1.1. Literatura científica	9
1.2. Ciencia ficción	14
1.3. Utilidad de la ciencia ficción como recurso del aula	16
1.4. La ciencia ficción en la enseñanza de las ciencias	19
1.5. Alfabetización científica	24
1.6. Indagación científica	27
1.7. Evaluación de las narrativas de ciencia ficción.....	28
1.8. Elección de textos	35
1.9. Programa de química III	36
1.10. Reacciones óxido reducción.....	36
1.11. Objetivo.....	37
1.12. Pregunta de investigación.....	37
2. Metodología	38
2.1. Actividades para promover el uso de las narrativas del género ciencia ficción.....	39
2.1.1. Actividad 1. Cuestionario “Isla Misteriosa”.....	39
2.1.2. Actividad 2. Reconstruyendo los pasos de Cyrus Smith.....	43
2.1.3. Actividad 3. ¿Cómo podemos obtener un metal a partir de un mineral?	44
2.1.4. Actividad 4. Formato para entrega de informe (Tipo artículo científico)	45
2.1.5. Actividad 5. Reescribiendo la Isla Misteriosa.....	48
3. Resultados y análisis de resultados	51
3.1. Cuestionario “Isla Misteriosa”	51
3.1.1. Construcción del diagrama de flujo	52
3.2. Reconstruyendo los pasos de Cyrus Smith.....	57
3.3. ¿Cómo podemos obtener un metal a partir de un mineral?.....	61
3.4. Formato para entrega de informe (Tipo artículo científico)	63
3.5. Reescribiendo la Isla Misteriosa.....	67

Conclusiones	71
Bibliografía.....	75
Anexos	78
Anexo 1. Capítulo XV–Isla Misteriosa	78
Anexo 2. Cuestionario la Isla Misteriosa.....	85
Anexo 3. Reconstruyendo los pasos de Cyrus Smith	87
Anexo 4. ¿Cómo podemos obtener un metal a partir de un mineral?	88
Anexo 5. Formato para entrega de informe	89
Anexo 6. Reescribiendo la Isla Misteriosa	90
Anexo 7. Secuencia didáctica	91

Resumen

En este trabajo se aborda el uso de las narrativas de ciencia ficción como una herramienta para la enseñanza de la química a nivel bachillerato. El objetivo es contextualizar temáticas abordadas por el mapa curricular, buscando el interés del alumno por la disciplina, además de fomentar el interés por la lectura y la escritura. La ciencia ficción es una 'incubadora' para que las mentes imaginativas generen visiones que nos ayuden a vislumbrar no sólo el presente y el futuro científico, sino también algo sobre nosotros mismos, y que funciona como un integrador del espacio sociocultural que apoya el diálogo entre la ciencia y las humanidades.

La secuencia de enseñanza y aprendizaje se diseñó para ser puesta en práctica en el Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM, teniendo en cuenta sus recursos e instalaciones. Se eligieron textos de fácil adquisición y clásicos en la línea, entre estos "La isla misteriosa" de Julio Verne. En él se abordan diversas temáticas que van desde reacción química, reacciones redox, obtención de metales y equilibrio químico.

En este trabajo se evaluó la capacidad de los alumnos de diseñar experimentos a partir de las lecturas, desarrollar narrativas, identificar problemas y hacer uso de los conceptos abordados en la lectura. Es decir, se fomentó el desarrollo de habilidades científicas y, sobre todo de la alfabetización científica, entendida no sólo como la habilidad de leer y escribir textos científicos, también involucra la habilidad de inferir significados y establecer relaciones entre las ideas (Hodson, 2008).

Abstract

The science fiction narratives is used in this work as a tool for chemistry teaching in high school. The goal was to contextualize some topics, addressed by the curricular map, looking for students' interest in the discipline, besides to develop his interests for reading and writing. Science fiction is an incubator for creative minds, because it lets them to visualize not just the scientific present and future, but something about ourselves that works as a way to integrate social and cultural spaces and supports the dialogue among science and humanities.

The teaching-learning sequence was developed to be used in Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM, taking into account its resources and infrastructure. Some texts were chosen because they were easy to get and belongs to a classic author, among them is "Mysterious Island" from Jules Verne, where some chemistry subjects are described and used, like: chemical reaction, redox reaction, how to get metals and chemical equilibrium.

In this work, students' abilities to design experiments from texts, develop narratives, and mainly scientific literacy (understood as the ability for reading and writing scientific texts, as well as the skill to infer meanings and make connections among ideas (Hodson, 2008)) are assessed.

Introducción

En este trabajo, se presenta la investigación realizada sobre el uso de las narrativas de ciencia ficción como una herramienta para la enseñanza de la química en alumnos de la materia de Química III a nivel bachillerato.

La ciencia ficción es una rama de la literatura que se ha utilizado como un transporte para imaginar la relación entre la ciencia, la tecnología y la sociedad. Como una fuente de inspiración que funciona cual guía del desarrollo científico, y una forma de divulgar las ideas científicas.

El presente trabajo aborda el análisis del potencial didáctico de un texto literario de ciencia ficción en la enseñanza de la ciencia, con énfasis en la química. Se desarrolló una secuencia de enseñanza-aprendizaje, dirigida a estudiantes de bachillerato, además de la aplicación de actividades a lo largo de ésta.

Se enfocó en desarrollar unidades didácticas donde la temática central sean las lecturas del género ciencia ficción. El objetivo de trabajar con las lecturas fue diseñar actividades que fomenten la lectura y la imaginación. Evaluando al mismo tiempo, en los estudiantes, la capacidad de comprensión lectora, la construcción de texto, su capacidad de argumentación, la creatividad y poder desarrollar analogías que expliquen los conceptos adquiridos a lo largo de las lecturas.

En el primer capítulo, se hace una presentación de la información recabada, sintetizada y organizada de la extensa revisión bibliográfica que se realizó. Del mismo modo, se puntualizan la justificación, los objetivos, y la pregunta de investigación. El segundo capítulo aborda la metodología empleada para la obtención de datos y las rúbricas de evaluación para las diferentes actividades propuestas para esta investigación.

En el tercer capítulo, se hace la presentación de los resultados y su análisis. Está organizado en cinco bloques, los cuales indican el número de actividades realizadas dentro del aula y las extra-clases. Se describe brevemente la forma en como fue planteada cada una de las tareas sugeridas a los alumnos.

Finalmente, se presentan las conclusiones y la bibliografía que sustenta esta investigación.

1. Marco teórico

En este trabajo se presenta una parte de la investigación realizada sobre el uso de las narrativas del género ciencia ficción. Se llevó a cabo dentro de las instalaciones de la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Vallejo.

1.1. Literatura científica

De acuerdo con Bruner (1997, p. 140):

“...la narración es como una forma de pensar, como una estructura para organizar nuestro conocimiento y como un vehículo en el proceso de la educación, particularmente en la enseñanza de las ciencias [naturales]”

Las historias son esencialmente un subconjunto del género narrativo y describen una serie de acciones y experiencias realizadas por varios personajes reales o imaginarios (Ricoeur, 1981).

Para Egan (1986), plantear el uso de las narrativas como una metodología de enseñanza que se basa en establecer una problemática al inicio de cada clase y ésta sea resuelta al término es una manera de fomentar el uso de herramientas narrativas, pues se promueve el desarrollo de vínculos afectivos, algo necesario si se quiere impulsar una visión de la ciencia que la humanice.

De las cuatro formas de texto científico, la más común en el discurso cotidiano, es la narrativa no expositiva. Nuestras vidas son contadas y representadas a través de narraciones; la historia es en sí misma una narración, aunque controvertida y con relatos plurales; la literatura es la encarnación de la narrativa con géneros clásicos de romance, ironía, tragedia y comedia (Avraamidou y Osborne, 2009).

Retomando las ideas expuestas podemos establecer que la narrativa es el vehículo perfecto para compartir experiencias, enseñanzas y lecciones, porque promueven el desarrollo de un vínculo afectivo como lo menciona Egan (1986), haciendo uso de una problemática que atrae la atención de los alumnos y los hace partícipes de la historia ya que se cuentan detalles muy insignificantes que podrían ser

irrelevantes, pero ello provoca este vínculo que daría como resultado la humanización de la ciencia.

En cuanto la humanización de la ciencia, Gilbert, Hipkins y Cooper (2005) enfatizan que el uso de narrativas es un proceder que vuelve a la ciencia más inclusiva con los alumnos, y podríamos agregar a todo aquel interesado en ésta, que se encuentran apartados de ella.

En la enseñanza de las ciencias y los valores que frecuentemente vienen con ellos, la educación científica, a veces inconscientemente, cierta mística que gira entorno a ella a manera de explicación del mundo a partir exclusivamente del mundo sensible que se aleja de criterios científicos, termina por perjudicar la imagen de la ciencia. Esa mística hace que la ciencia parezca dogmática, autoritaria, impersonal e incluso inhumana para quien pretenda acercarse a ella. También retrata a la ciencia como algo mucho más complicada de lo que podría ser, y a los científicos como genios con los que los nadie puede identificarse. Termina pues, por alejar a cualquiera de la ciencia (Lemke,1990).

De acuerdo con Rodríguez–Bassó, Rosado–Veloz y Ramírez–Martínez (2009, p.348).

“Las ideas expuestas por Snow en torno al tema “Las dos culturas”, establece una división entre arte y ciencia vista de la visión reduccionista de “literatos” y “científicos””.

La narrativa se convierte, entonces, en un puente en donde la ciencia pueda humanizarse y dejar a un lado esta visión sobre los científicos que se encuentran alejados de una sociedad porque son seres muy inteligentes que no puedan convivir con el resto, este hecho que llevó a Snow a exponer sus ideas sobre “las dos culturas”, donde él expone este alejamiento de literatos y científicos.

La narrativa se vuelve en una herramienta muy poderosa para cerrar esta brecha entre “las dos culturas” y de traer a los científicos a una realidad asequible para los estudiantes, donde ellos se identifiquen, sueñen y piensen que pueden llegar a ser futuros científicos, y esto se logró.

Bruner (1986) hace la distinción entre dos formas en que los humanos clasificamos la experiencia. A la primera la nombró paradigmática, que lo describe como la estructuración del pensamiento lógico–científico, que se basa en el razonamiento. La segunda forma es la narrativa y se basa en la creación de historias. Esta última la describe de la siguiente forma:

- Es una forma de modelar y organizar la información mediante expresiones de diferentes medios en formas asequibles que guían la comprensión de los alumnos;
- Es un modo cognitivo que los alumnos utilizan para dar sentido a la información o la experiencia.

La narrativa, entonces, se convierte en parte del cómo las personas entienden el mundo en el que viven y sirve como una forma de comunicar esa comprensión a los demás.

Según Shank y Berman (2002), una historia es "una narración estructurada y coherente de una experiencia o un relato ficticio de una experiencia ... y que, en cierto sentido, todas las historias pueden considerarse de naturaleza didáctica, en el sentido de que están destinadas enseñar o transmitir algo al oyente" (p. 288).

Por lo que podemos decir que las narrativas son el resultado de un autor queriendo contar una historia desde su óptica y los actores principales de la ciencia hacen exactamente lo mismo, pero desde un enfoque distinto, donde la ciencia tiene un esquema mental, una perspectiva de como se ve el mundo, una creación de la humanidad. El mundo existe independientemente de nosotros, pero el conocimiento es un producto humano (Lieberman, 2016).

Como nos advierte Bruner, las teorías no están allí afuera esperando ser descubiertas, sino que están en la mente del científico que las crea con base a observaciones diseñadas desde su punto de vista. Los investigadores, podríamos decir como los narradores, se basan en su intuición y su imaginación para llegar a tales explicaciones. Utilizan metáforas, fábulas o cualquier idea que los oriente (Bruner, 1997).

La ciencia también es en sí misma especulativa. Encontramos aquí un punto de encuentro entre ambas modalidades de pensamiento (la científica y la narrativa) lo que significaría un paso adelante en los procesos del conocimiento.

Reyes (2001) declara lo siguiente: “Los géneros activos llegan con facilidad a joven lector por su concretes y el manejo privilegiado del suspenso, pero superan tal nivel inmediato al suscitar revisiones existenciales y conceptuales de importante trascendencia. No son fantasías baratas para espíritus banales en busca de evasión.

De fondo, manejamos la hipótesis de que cada género (terror, policiaco, ciencia ficción) tiene una sustentación epistemología que estimula el crecimiento de la percepción cultural y existencial del joven lector. Siempre se puede querer más de lo que mejor se comprende, y es bueno aprender a querer nuestros miedos, nuestros enigmas y nuestras ilusiones de un mejor mañana”

El autor busca ofrecer alternativas para la enseñanza en el aula, usando como herramienta los diversos géneros que la literatura nos ofrece, porque con el uso de estas narrativas su objetivo es atrapar al joven lector en el suspenso como ya se menciona y la ciencia ficción nos ofrece este excelente instrumento para envolverlos y hacerlos partícipes de la clase.

En particular, Pappas (2004) demostró que los textos informativos brindan oportunidades para que maestros y estudiantes participen en una investigación dialógica. Pocos estudios comparan el discurso de los estudiantes sobre fenómenos en textos informativos y narrativos. Preguntaríamos, entonces, ¿El discurso de los estudiantes genera una investigación científica motivada por los estudiantes? ¿Cómo varía el discurso co construido de los estudiantes al comparar estos géneros?

Un ejemplo claro es cuando, Chatman (1978) en su libro *Historia y discurso*, definió la narrativa y describió las formas en que puede actualizarse:

La narrativa es básicamente un tipo de organización de texto, y esa organización, ese esquema, debe actualizarse: en palabras escritas, como en cuentos y novelas; en palabras habladas combinadas con el movimiento de

actores que imitan personajes contra conjuntos que imitan lugares, como en obras de teatro y películas; en dibujos; en las tiras cómicas; En los movimientos de danza, como en el ballet narrativo y en el mimo. e incluso en la música (pp. 117–118).

Tras la postura anterior de Chatman, podríamos imaginar por qué Negrete y Lartigue (2004) creen en que el uso de narrativas alternas al discurso científico clásico permitirá favorecer la facilidad de comprensión y recuerdo de la ciencia.

Por su parte, Enfield (2007) presenta en su investigación que los textos narrativos ayudan a establecer conexiones entre experiencias e indagación. Él hace una comparación usando dos tipos de textos: informativo y narrativo. De ellos analizó tres rubros: el compromiso intertextual con el texto, las expresiones que indicaban atributos de investigación y las interacciones de los estudiantes entre ellos.

Los resultados mostraron que los estudiantes se comprometían de manera diferente con los dos tipos de textos: era más probable que los estudiantes plantearan preguntas y relacionaran las preguntas con experiencias del fenómeno cuando discutían sobre narrativa que cuando lo hacían con textos informativos. El autor expone que puede ser valioso usar los textos narrativos para comprometer a los estudiantes en una indagación significativa que promueva hacer conexiones entre sus experiencias vividas y las explicaciones de los fenómenos relacionados que se representan en el texto.

Desde esta perspectiva, se considera que el uso de textos alternativos como recurso metodológico en el aula puede constituir una herramienta pedagógica capaz de permitir al alumno comprender los conceptos científicos emergentes, el interés y la motivación por el aprendizaje, así como la articulación entre los contenidos científicos y los aspectos sociales, ambientales y tecnológicos, con el fin de promover la formación de ciudadanos que sean capaces de poder interactuar de forma reflexiva y crítica frente a su entorno social (Assis y Teixeira, 2009)

Una ventaja de utilizar narrativas en el aula, en lugar de usar libros de texto, es que el aprendizaje queda bajo la guía del profesor y con los aportes de los alumnos, un sistema mucho más abierto que cuando se hace uso de los libros de texto en donde

se apuesta a que el aprendizaje quede en manos exclusivas de los autores (Newton, 2002).

Se puede concluir que el hecho de buscar promover el uso de narrativas en las aulas fomenta no sólo la creatividad del estudiante, también la del profesor porque mantiene a éste en una constante búsqueda de información para poder dar respuesta a las interrogantes de los alumnos, lo que propiciaría un ambiente más dinámico entre profesores y alumnos.

1.2. Ciencia ficción

La ciencia ficción, como la fantasía y la sátira social, se refiere a un 'fondo' que no es real. Aunque, al contrario de la fantasía, su fondo no está completamente divorciado de sucesos cotidianos, sino que representa de manera más o menos plausible una extrapolación de la realidad. En el caso de la sátira social, el fondo irreal existe por sí mismo, no para aplicaciones morales. La ciencia ficción puede, entonces, definirse como la rama de la literatura que narra las respuestas de los seres humanos ante los progresos de la ciencia y de la tecnología (Asimov, 1982, p. 17).

Mark Rose define así la ciencia ficción (1981):

“En vez de pensar en la ciencia ficción como una cosa o un objeto a describir, quizá sea de mayor utilidad pensar en ella como una tradición, un complejo de temas en evolución, actitudes y estrategias formales que, en conjunto, constituyen un acervo general de expectativas ”

Gattégno (1986) señala que la ciencia ficción “Sí es una literatura seria, en la que el estilo y la idea constituyen los ingredientes fundamentales y lo imaginario impide que se convierta en ensayo”.

La ciencia ficción debe ser valorada como literatura. Es una panorámica de la realidad que nos cuenta una historia, que es fácil de digerir, pero no con un mensaje concreto. La ciencia ficción, toma el mito para poder interpretarlo de una forma

sencilla dejando un lado las elaboradas explicaciones científicas. Alimentando y cautivando la imaginación de la humanidad (Reyes, 2006).

Zamorano, Moro y Gibbs (2011, pags. 404–405) señalan que “La ciencia ficción es un género, una forma literaria con matiz distinto, limitado y particular. Siempre ha sido usado como una forma de examinar las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad representando una fuente de inspiración para el desarrollo científico y como una forma de difundir sus ideas. Dentro de la cultura popular ha adquirido prestigio ya que en parte sus anticipaciones se han cumplido y reviste una importancia especial con respecto a la actitud que toma la gente sobre la actividad científica.”

La ciencia ficción es una 'incubadora' para que las mentes imaginativas generen visiones que nos ayuden a vislumbrar no sólo el presente y el futuro científico, sino también algo sobre nosotros mismos, y que funciona como un integrador del espacio sociocultural que apoya el diálogo entre la ciencia y las humanidades.

Aún más, la ciencia ficción es un género bien adaptado para expresar las preocupaciones sobre el medio ambiente y explorar el lugar de la humanidad en los sistemas ecológicos, ya que abarca una amplia gama de temas que se derivan de la interacción de los humanos con la palabra “natural”, y las articulaciones de este género literario contribuyen de manera significativa al amplio replanteamiento de las relaciones entre lo humano y la naturaleza que actualmente está teniendo lugar especialmente en las sociedades occidentales (Miller, 2005).

En resumen, la ciencia ficción se ha utilizado como un transporte para imaginar la relación entre la ciencia, la tecnología y la sociedad. Como una fuente de inspiración que funciona cual guía del desarrollo científico, y una forma de divulgar las ideas científicas.

La ciencia ficción es historia, ciencia y especulación, todo envuelto en un paquete hecho a medida para mejorar la alfabetización y las habilidades de pensamiento crítico. A través de la ciencia ficción, los lectores tienen la oportunidad de ir más allá de las ideas, de la realidad actual hacia los dominios del futuro imaginado en donde pueden trabajar con preguntas morales del futuro en relación con la ciencia y la

tecnología de manera más creativa y activa. Es por ello que, ante el interés en la ciencia ficción, se puede preguntar hacia dónde podríamos movernos con estas tecnologías y cómo pueden afectar las condiciones sociales, morales y ambientales de la vida humana (Czerneda, 2006).

La ciencia ficción como texto literario tiene un mayor impacto como fenómeno 'occidental'. El surgimiento de la SF (science fiction, que la traducción en español es ciencia ficción) en el mundo industrializado es un reflejo de los modos culturales que vinculan a la sociedad, la ciencia y la tecnología, de modo que se ha desarrollado con estas fuerzas, expresándolas, evaluándolas y relacionándolas significativamente a la existencia humana (Franklin 1966, p. 1).

Reyes (2006) señala que “La ciencia ficción es esa literatura que, sin menoscabo del principio esencial de la estética narrativa, es calidad artística cercana al mundo juvenil, permitiendo no sólo los juegos de la imaginación sino también la tematización de las inquietudes que se agitan en ese interior joven en busca de afirmación existencial” (p.19).

El género puede proporcionar a los niños y adultos por igual una ventana hacia el futuro, un medio para “predecir” cómo sería la vida en algún momento en años posteriores. El estudio de la historia nos dice cómo los eventos del pasado afectan el presente; la ciencia ficción, por el contrario, nos da una idea de cómo las decisiones que tomamos ahora pueden afectar nuestras vidas en el futuro (Nauman y Shaw, 1994).

1.3. Utilidad de la ciencia ficción como recurso del aula

Las narrativas de ciencia ficción pueden ser usadas para la divulgación de la ciencia y/o para la enseñanza, ya que tienen ciertas particularidades como su fácil entendimiento y cautivan al alumno dentro de la historia haciendo que éste sienta interés por el tema. Y, uno de los aspectos más importantes es que, el lenguaje usado en este tipo de narrativas es accesible e interesante, ya que al hacer uso de

analogías ayudan a facilitar el aprendizaje y apropiación del conocimiento científico (Zamorano *et al.*, 2011).

El uso de la narrativa de SF en el proceso de aprendizaje introduce a los estudiantes a los diferentes "códigos" utilizados por el mismo género, pudiendo alentarlos a ver la literatura como un juego con la imaginación y a desarrollar una postura positiva hacia la lectura, la literatura, y la ciencia. Además, permite a los estudiantes reconocer y reflexionar críticamente sobre la naturaleza crítica o incluso subversiva de las historias de CF, coadyuvando a establecer conexiones entre la literatura de este género y el desarrollo tecnológico, pues ambos crean "realidades virtuales" y "ven el futuro" (Charalambos, *et al.*, 2015).

De acuerdo con Russ (1995, p. 7, citado por Martin Griffiths, 2004): La ciencia ficción (SF) tiene muchas definiciones, pero una de las más grandes, desde la perspectiva de los educadores, es la de Joanna Russ, quien define la SF como “una literatura que intenta asimilar imaginativamente, el conocimiento científico acerca de la realidad y el método científico, a diferencia de los cambios prácticos que la ciencia ha hecho en nuestras vidas”.

De acuerdo con Lakoff y Johnson (1991, p. 404, citado por Zamorano *et al.*, 2011):

“La metáfora conceptual es un mecanismo cognitivo que permite que lo abstracto se comprenda en términos de lo concreto. La estructura cognitiva necesaria para la abstracción utiliza el mismo aparato conceptual que en las situaciones ordinarias del pensamiento cotidiano, es decir imágenes, esquemas y metáforas conceptuales. Y esto lleva al proceso de modelización”

Algunas de las principales ventajas que se puede reconocer a partir de lo descrito por algunos autores (Zamorano, Charalambos, Russ, Lakoff y Johnson), es este proceso imaginativo que involucra la lectura, la literatura y las ciencias ya que permite reflexionar sobre el futuro y la tecnología. El hecho de no ser un libro de texto enfocado en un tema en específico permite hablar de otros temas y poder conducir a los alumnos a realizar investigaciones a partir de su curiosidad por conocer más.

Para Jaime Reyes (2006)

Una de las causas del desestimulo del joven hacia la lectura es el paso abrupto de leer cuentos y pequeñas novelas de fácil comprensión, a leer clásicos literarios con temáticas, estilos y léxico en realidad pesados y posiblemente, ajenos a sus intereses vitales. Difícil es el encontrar una buena implementación de la literatura infantil que forme en el niño un dinamismo lector. Aún más difícil es encontrar una pedagogía de la lectura que descubra las características perceptuales y los centros de interés vital del joven, en su acercamiento a la lectura. El joven entiende que la lectura es un mundo de adultos distante de sus preocupaciones y su cotidianidad.

Puede ser muy pronto para acceder a complejos sistemas teóricos que le permiten asimilar todo ese convulso e informe mundo sensitivo, afectivo y religioso, moral y político que se agita en la búsqueda tortuosa de la propia identidad. Pero es demasiado grande para encontrar respuestas en la simbología de la literatura infantil. El joven cabalga entre los interrogantes que lo disparan a una forma de conciencia racional, y la cercanía, todavía patente, de un mundo de seguridades y satisfacciones concretas, simples, inmediatas (p. 17–18).

Es importante resaltar lo que dice Reyes, porque el nos habla de establecer un puente entre las lecturas infantiles y los grandes clásicos, él propone como estrategia para lograr este fin el uso de la ciencia ficción porque el lenguaje y el dinamismo usado por los autores es más asequible para los jóvenes lectores, ya que ayuda a generar un pensamiento crítico.

Aunque cualquier género literario puede prestarse a la enseñanza de habilidades del pensamiento crítico, la ciencia ficción podría ser una excelente fuente curricular ya que fomenta temas de discusión como la resolución de problemas, cuestiones de responsabilidad moral, cuestiones de raza, de medio ambiente, etc. Por lo tanto, es posible una unidad integrada de ciencia ficción en los estudios clásicos de la ciencia que abarque no solo las artes del lenguaje, sino también a la ciencia y a los estudios sociales (Stravrou y Skordoulis, 2008).

Los textos de ciencia ficción que tienen como referencias a las implicaciones éticas, sociales o políticas de las tecnologías, pueden usarse como medio para especular sobre las bases filosóficas y las intervenciones éticas de la ciencia, así como

también pueden ofrecer una crítica de ésta con respecto a su participación dentro de los procesos de descubrimiento y desarrollo propios de una crítica interdisciplinaria (Stravrou et al., 2008).

Las formas creativas como la ciencia ficción pueden ofrecer un campo más amplio, cuando nos preocupamos por criticar y desempacar las prácticas, las culturas y el conocimiento tecnocientíficos. Además, como narrativa "intercultural" en los encuentros entre las humanidades y las ciencias, esta conjunción de disciplinas figurada por el término ciencia ficción, debe ser reexaminada como un importante para los estudios de las ciencias, así como un mediador potencial en los diálogos de ciencias y humanidades que podrían iluminar los significados socioculturales y las consecuencias de la investigación científica (Gough, 2006).

Gough (1993) argumenta que los textos de ciencia ficción deben de ser parte de las aplicaciones globales en la educación científica y ambiental, y que las estrategias narrativas de ficción pueden ser más apropiadas para representar a la ciencia que las prácticas textuales expositivas que han dominado a la misma. Es a través de la ficción literaria que los problemas de las interrelaciones humanas con los entornos externos se vuelven inteligibles.

1.4. La ciencia ficción en la enseñanza de las ciencias

Sobre la idea del uso de la literatura de ciencia ficción como metodología de enseñanza para las ciencias, podemos encontrar diversos ejemplos de propuestas de investigación que se acercan o promueven esta metodología. Aquí se presentan algunos ejemplos de ellas:

Palacios (2006) presenta una investigación en donde sugiere hacer uso de la ciencia ficción para la enseñanza de la física mediante el uso del cine y la literatura. Esta propuesta parte de la siguiente premisa: "la falta de interés por parte de los estudiantes por las materias de ciencias se ve reflejado en un menor número de alumnos que ingresan a las carreras científicas", para lograr este cometido busca atraer la atención de los alumnos y con ella la motivación por el estudio de estas disciplinas.

Dentro del plan de estudios de la universidad de Oviedo, se imparte una asignatura llamada la “Física en la Ciencia Ficción” esta materia es de carácter divulgativo y no formativo ya que no es de libre elección. El contenido del currículo es variable, esto depende de la participación de los alumnos. A continuación, se hace una presentación general de los temas que se abordan:

- La ley de la escala y su aplicación a las criaturas gigantes y diminutas.
- La física de los superhéroes.
- Física en las novelas de Jules Verne.
- Física en las novelas de H.G. Wells.
- Los errores científicos en el cine.
- La física de Star Wars y Star Trek
- Física de los viajes en el tiempo.

Las clases se basan en el análisis de los fenómenos físicos que se suscitan a través de las lecturas o de las escenas de las películas. La evaluación de estos cursos se basa en la entrega de trabajos escritos donde el alumno hace un análisis científico sobre el material presentado.

Zamorano, Moro y Gibbs (2011) presentan una investigación en donde se propone el uso de la ciencia ficción para abordar el estudio de la termodinámica. Hablan sobre la riqueza del material encontrado desde dos niveles explicativos: el fenomenológico y el microscópico.

Parten de la siguiente hipótesis: “Los estudiantes verán facilitada la comprensión de los conceptos de termodinámica si complementamos la instrucción con las figuras del lenguaje de la literatura de ficción, que son básicamente analógicas”. El objetivo de esta investigación era tratar de identificar los logros conceptuales y las dificultades de los estudiantes para interpretar la naturaleza de la energía, sus transformaciones y su degradación.

Para lograr este objetivo se hizo uso de dos lecturas: “La última pregunta” de Issac Asimov (1992) y “Los cristales” de Ítalo Calvino (1985). Al momento de llevar a cabo esta propuesta sobre el estudio de termodinámica se abordaron los siguientes

temas: temperatura, energía interna, calor, primera y segunda ley, aspectos microscópicos y estadísticos. Es importante mencionar que el profesor de literatura también formó parte de esta estrategia multidisciplinaria al realizar el análisis de la temática propuesta, iniciada por los investigadores, desde elementos de la literatura.

Al finalizar el estudio sobre termodinámica se les pidió a los alumnos releer los textos y contestar diversos cuestionarios; mediante estos, los autores observaron si los alumnos lograban establecer correlaciones con lo aprendido y lo que se relata en la lectura, logrando observar que las concepciones alternativas se pueden apreciar en este tipo de cuestionarios. Concluyen que el uso de las narrativas de ficción favorece la actitud de los estudiantes al ser lecturas motivantes y entretenidas, al tiempo que se notó una mejora en la comprensión de los temas abordados.

Borrás (2015) presenta un trabajo, donde ella propone hacer uso de la ciencia ficción como un recurso para la enseñanza de la biología y la geología. Recurre a este tipo de narrativas para atraer el interés de los alumnos mediante un temario que incluye este tipo de lecturas para que ellos, los alumnos, puedan sentirse identificados y de esta forma lograr acaparar su atención mediante estos textos.

Para llevar a cabo su propuesta, propone ver la película “Gattaca”, de Andrew Niccol, al tratarse de una de las obras cinematográficas de ciencia ficción con mayor solidez, y con solidez se refiere al apego a la realidad en donde ésta va acorde a las explicaciones científicamente aceptadas por esta comunidad al tiempo que se vuelve una forma entretenida de entender la temática que plantea. La autora no hace mención sobre los temas en los que incide el uso de esta película.

Petit y Solbes (2015) presentan una investigación en la que se abordan los conceptos de luz y, sonido, gravedad y estudiar la imagen que los alumnos tienen de los científicos. Para llevar a cabo esta propuesta ellos hacen uso del cine de ciencia ficción. Esta propuesta consiste en presentar fragmentos de algunas películas y con esto organizar debates, para la resolución de problemas y también para la explicación de algún concepto específico. Ellos encuentran, a través de su

investigación, que dentro de las escenas de las películas se pueden encontrar errores en estas y que éste es un excelente material para discutir y poder generar un aprendizaje significativo.

Derjani–Bayeh y Olivera–Fuentes (2009) presentan una estrategia para la formación integral de los estudiantes de ingeniería química haciendo uso de narrativas de ciencia ficción, para motivar a los estudiantes. Dentro de la Universidad Simón Bolívar se dicta una materia que es un tópico especial, para la carrera de ingeniería química, que tiene como requisitos haber aprobado las siguientes materias: termodinámica y fenómenos de transporte. Dentro del temario podemos encontrar que se abordan a los superhéroes, la vida en otros planetas, la búsqueda de errores en las películas y el impacto de éstas en nuestra vida diaria.

Los objetivos que se buscan alcanzar con esta asignatura son: aplicar los conceptos adquiridos con las temáticas propuestas, desarrollar criterios de investigación para corroborar lo planteado dentro de los ejemplos, fortalecer las dinámicas de grupo y crear un pensamiento crítico sobre los métodos y conocimientos de la ingeniería química.

En esta estrategia se hace uso de las siguientes modalidades para lograr sus objetivos planteados, clases expositivas, lectura de textos, resolución de ejercicios y problemas de investigación en diferentes recursos para la resolución de los problemas. Ellos concluyen que la combinación de las narrativas y las competencias, ayudan a la formación de los futuros ingenieros, ya que fomenta el aprendizaje, la integración de conocimientos, el pensamiento crítico y la creatividad.

Sierra (2007) presenta en su investigación el potencial que guardan los textos y las películas de ciencia ficción, para la enseñanza y divulgación de la ciencia. Plantea los beneficios de hacer uso de estas herramientas y cita una larga bibliografía para que sea usada dentro del aula.

Barnett, Wagner, Gatling, Anderson, Houle y Kafka (2006) presentan una propuesta para la enseñanza de las ciencias de la tierra que incluyó lecciones sobre la estructura interior y el campo magnético de la Tierra, los terremotos y la tectónica de placas. Esta unidad siguió a una unidad de 4 semanas en el Sistema Solar donde

los estudiantes aprendieron sobre el Sol, otros planetas y sus campos magnéticos, órbitas y otros interiores planetarios. Al final de la unidad, la maestra mostró en tres de sus clases la película *The Core*.

Esta película es una versión moderna del libro *Viaje al centro de la tierra* de Julio Verne, donde un equipo de científicos da cuenta de que el núcleo de la tierra ha dejado de rotar y pone a los habitantes del planeta en dificultades, entre ellas la pérdida del campo magnético de ésta.

Se aplicaron un par de cuestionarios, uno antes de comenzar esta estrategia didáctica y otro al final ésta. Las preguntas iban desde identificar lugares probables en donde podrían ocurrir sismos dentro de un mapa, a cuestiones en la cuales se les pedía que esquematizaran como ellos creían que es el interior de la tierra. Para la elaboración de dichos cuestionarios se hizo una investigación sobre las concepciones alternativas dentro de esta disciplina, algunas de éstas son: que los estudiantes no comprenden como se encuentra estructurado el interior de la tierra, la formación de las montañas y volcanes, tampoco la teoría de las placas tectónicas y las causas que originan los sismos, entre otras.

Al aplicar este cuestionario se les dio a dos grupos, al principio no se presentó ninguna diferencia. Al proyectar algunos fragmentos de la película *The Core* se presentaron casos donde los alumnos concluían que el núcleo de la tierra era líquido, cuando esto es falso. Al realizar el análisis de los datos arrojados ellos concluyen que el uso de estos materiales tiene un impacto serio, ya que afecta de forma negativa la comprensión de los conceptos debido a los argumentos que se utilizan en las películas, ya que estos son erróneos y causan confusión con los estudiantes.

Griffiths (2004) presenta la propuesta hecha por la Universidad de Glamorgan en ésta se toman elementos de la ciencia ficción, que pueden dirigirse a la enseñanza de las ciencias a todos los niveles escolares, como una forma innovadora de explorar los antecedentes culturales, la política, el leitmotiv y los temas de la sociedad, la ciencia y su funcionamiento. Un ejemplo es el tema "Alien" en SF; es perceptualmente uno de los factores impulsores en la búsqueda de inteligencia

extraterrestre (SETI). Tal tema puede convertirse en una introducción a la tecnología actual, los motivos y la política de la ciencia y las implicaciones sociológicas inherentes a una confrontación con el ideal de la singularidad del hombre en el cosmos. Cuando se aplica al SETI, la SF genera una convergencia constructiva en estudios como el determinismo biológico, la evolución de la vida, la comunicación, el viaje interestelar y los métodos de contacto, lo que enriquece la consideración de la posible vida en el cosmos. La adopción de elementos de SF en el aprendizaje a lo largo de toda la vida permite, por lo tanto, una reflexión y un debate informados e imaginativos que educan, capacitan e instruyen, ampliando el potencial de los estudiantes y sus roles futuros al invocar un análisis de campos públicos, científicos y humanísticos vitales.

1.5. Alfabetización científica

La alfabetización científica sería formar personas informadas, con capacidad de análisis para poder valorar e intervenir en situaciones que requieran de su participación ya sea ética o democrática, en decisiones científicas y tecnológicas donde se vea afectada la sociedad en que conviven (Rose, 2004).

Osborne (2007) afirma que los planes de estudio y las prácticas de la ciencia contemporánea son principalmente "fundacionalistas", una posición que enfatiza la educación de futuros científicos versus la educación de futuros ciudadanos. La perspectiva de la alfabetización científica en el Programa de Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA, 2006) enfatiza la educación de los futuros ciudadanos.

El concepto de "alfabetización científica" desempeña un papel central en los recientes esfuerzos de reforma en la educación científica. Los educadores en ciencias y los reformadores del plan de estudios coinciden en que la alfabetización científica general debería ser un resultado importante de la escolarización. Pero a pesar de los casi 50 años de historia de la "alfabetización científica", los educadores en ciencias no han podido llegar a una definición precisa o acordada (DeBoer, 2000).

Aprender ciencia conlleva un proceso que involucra conocer nuevas palabras, estructuras gramaticales, es decir, es instruirse en un idioma distinto al nuestro. El tipo de procesos observados en la naturaleza demandan el uso de un lenguaje específico para poder explicarse. Por ello los científicos hacen uso de un lenguaje técnico y específico que incluye el uso de tecnicismos, gráficos, mapas, símbolos matemáticos, ecuaciones, etcétera (Márquez, 2005).

Hay una suposición importante, y a menudo incuestionable, sobre el logro de niveles más altos de alfabetización científica y la capacidad de aplicar el conocimiento científico en situaciones de la vida. El supuesto puede expresarse de la siguiente manera: "Si un individuo conoce suficiente ciencia, aplicará ese conocimiento en situaciones de la vida". Dicho de otra manera, se supone que el conocimiento científico influye directamente en las decisiones y comportamientos personales. Esta suposición da poco o ningún reconocimiento de un dominio que incluye intereses, actitudes, creencias y valores que influyen en las decisiones personales (Bybee y McCrae, 2011).

La enseñanza de ciencias tiene un papel clave en la alfabetización científica. Pero esta alfabetización, como la cultura, no resulta exclusivamente de la educación formal o escolarizada con todo, la escuela debe incidir en la promoción y actuación de los valores científicos fundamentales ya que son consistentes con los de una sociedad participativa.

En efecto, la comunidad científica no resuelve (por lo general), las desavenencias acudiendo a la fuerza de la autoridad, de las componendas o de la tradición; acude, por el contrario, a la argumentación y a la experimentación, al debate y a la interpretación. La disensión y a la tolerancia son elementos tan indispensables para el quehacer científico como para la democracia. (Córdova, 2005)

La escuela tiene como responsabilidad estimular el agrado por la lectura de textos de divulgación científica, ayudando a facilitar la comprensión haciendo injerencia, incitando su capacidad crítica, investigando, haciendo de esto una aproximación evolutiva a los modelos de comprensión crítica (Cassany, 2006).

La alfabetización científica tiene una noción esencial porque no se refiere exclusivamente a leer y escribir textos científicos, sino a comprender, interpretar, analizar y criticar artículos científicos (Norris y Phillips, 2003).

En PISA 2006, las cualidades esenciales de la alfabetización científica incluían la capacidad de aplicar entendimientos científicos a situaciones de la vida relacionadas con la ciencia. La evaluación se centra en las competencias científicas que aclaran lo que los estudiantes de 15 años deben saber y poder hacer en contextos personales, sociales y globales apropiados.

Específicamente, la alfabetización científica se refirió a cuatro características interrelacionadas que involucran a un individuo:

- Conocimiento científico y uso de ese conocimiento para identificar preguntas, adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos, sacar conclusiones basadas en evidencia sobre temas relacionados con la ciencia;
- Comprensión de los rasgos característicos de la ciencia como una forma de conocimiento e investigación humana;
- Conciencia de cómo la ciencia y la tecnología dan forma a nuestros entornos materiales, intelectuales y culturales; y
- Disposición para involucrarse en asuntos relacionados con la ciencia, y con las ideas de la ciencia, como ciudadano constructivo, preocupado y reflexivo (OCDE, 2006, 2009).

La definición de PISA 2006 sobre alfabetización científica puede caracterizarse por constar de cuatro componentes interrelacionados que formaron la evaluación de la alfabetización científica:

- Reconocer situaciones de la vida que involucran ciencia y tecnología: este es el contexto para las unidades y elementos de evaluación.
- Comprender el mundo natural, incluida la tecnología, sobre la base del conocimiento científico que incluye tanto el conocimiento del mundo natural

como el conocimiento sobre la ciencia misma: este es el componente de conocimiento de la evaluación.

- Demostrar competencias que incluyen la identificación de preguntas científicas, la explicación científica de fenómenos y el uso de evidencia científica como base para argumentos, conclusiones y decisiones: este es el componente de competencia.
- Responder con interés en la ciencia, apoyo a la investigación científica y motivación para actuar de manera responsable hacia, por ejemplo, los recursos naturales y los entornos: esta es la dimensión actitudinal de la evaluación.

La alfabetización científica, dicho en otras palabras, es una forma de observar e interpretar el mundo que nos rodea. Nos brinda una serie de criterios para resolver situaciones o conflictos, ofreciendo una alternativa para la solución de éstos. Mediante cada uno de los criterios establecidos por este enfoque se pretende que los ciudadanos tengan una herramienta que ayude a responder circunstancias de su entorno.

1.6. Indagación científica

De acuerdo con Reyes y Padilla (2015, p. 4):

“La indagación científica se refiere a las diversas formas en las cuales los científicos abordan el conocimiento de la naturaleza y proponen explicaciones basadas en la evidencia derivada de su trabajo. La indagación también se refiere a las actividades que puedes realizar y en las cuales desarrollarás conocimiento y comprensión de ideas científicas, así como la manera en la que los científicos estudian el mundo natural “.

La indagación no es sólo exponer una pregunta y contestarla. Implica buscar preguntas significativas y decidir cómo exponerlas desde muchas perspectivas. Es un proceso total que atraviesa e integra los conocimientos personales y sociales,

los sistemas de signos dentro de un contexto basado en la educación para la democracia. (Shert, K.G.; Schroeder, J.; Laird, J.; Kauffman, G.; Ferguson, M.J. y Crawford, K.M., 1999)

Gordon (1990, p. 1) la definió como un “método pedagógico que combina actividades “manos a la obra” con la discusión y el descubrimiento de conceptos con centro en el estudiante”.

Según los Estándares Nacionales de la Educación en Ciencias de los Estados Unidos (NSES por sus siglas en inglés), la indagación está definida como un conjunto de actividades relacionadas con el quehacer científico:

“Una actividad polifacética que implica hacer observaciones; plantear preguntas; examinar libros y otras fuentes de información para ver qué es lo ya conocido; planificar investigaciones; revisar lo conocido hoy en día a la luz de las pruebas experimentales; utilizar instrumentos para reunir, analizar e interpretar datos; proponer respuestas, explicaciones y predicciones; y comunicar resultados (NRC, 1996; p. 23).

Lisa Martin–Hansen (2002) define varios tipos de indagación:

- Indagación abierta: Se enfoca en que el estudiante comience por responder una pregunta mediante el diseño y conducción de una investigación o experimento y la interpretación de resultados.
- Indagación guiada: El profesor se vuelve guía de los estudiantes y ayuda en el desarrollo de la investigación indagatoria dentro del salón o el laboratorio.
- Indagación acoplada: Es una mezcla de la indagación abierta y la guiada.
- Indagación estructurada: En esta el profesor juega un papel fundamental ya que dirige completamente la investigación, con el fin de llegar a resultados específicos.

1.7. Evaluación de las narrativas de ciencia ficción

Según el comité de expertos de la OCDE (2006), se entiende por competencia lectora la capacidad de un individuo para comprender, utilizar y reflexionar sobre textos escritos, con el propósito de alcanzar sus objetivos personales, desarrollar su conocimiento y sus capacidades, y participar en la sociedad.

De acuerdo con la OCDE (2006):

“En la evaluación de la competencia lectora se toman en cuenta las habilidades del alumno para acercarse a textos de diferente índole que la prueba agrupa en dos categorías: textos en prosa continua (como una narración breve, una nota periodística o una carta) y textos en prosa discontinua (con párrafos separados por imágenes, diagramas y espacios, como pueden ser los manuales de operación de algún aparato, los textos publicitarios, las argumentaciones científicas, etcétera). De esta forma, la evaluación de la competencia lectora se despega de la mera noción del texto literario y se ocupa de una variedad considerable de textos propios de las diferentes circunstancias que puede enfrentar un ciudadano contemporáneo en su vida cotidiana. (p. 7)

El programa PISA de la OCDE. ¿Qué es y para qué sirve específicamente cognitivas frente al texto?: capacidad para recuperar información, para inferir nueva información a partir de la lectura realizada, para relacionar los contenidos leídos con otros y realizar una reflexión derivada de ellos. Integrando los tres tipos de procesos evaluados, se obtuvo la siguiente escala general en el que se distinguen 5 niveles de desempeño:

Nivel 5, el más alto (con 625 puntos o más). En él se ubican los estudiantes que pueden manejar información difícil de encontrar en textos con los que no están familiarizados. Son estudiantes que muestran una comprensión detallada de dichos textos y pueden inferir qué información del texto es relevante para responder al reactivo. Pueden recurrir a conocimiento especializado, evaluar críticamente y establecer hipótesis.

Nivel 4 (de 553 a 625 puntos). Alumnos que pueden responder a reactivos difíciles, como aquellos que piden ubicar información escondida o interpretar significados a partir de sutilezas del lenguaje. Pueden evaluar críticamente un texto.

Nivel 3 (de 481 a 552 puntos). Son capaces de trabajar con reactivos de complejidad moderada. Ubican fragmentos múltiples de información, vinculan

distintas partes de un texto y relacionan dicho texto con conocimientos familiares o cotidianos.

Nivel 2 (de 408 a 480 puntos). Los alumnos responden reactivos básicos como los que piden ubicar información directa, realizar inferencias sencillas, identificar lo que significa una parte bien definida de un texto y utilizar algunos conocimientos externos para comprenderla.

Nivel 1 (de 335 a 407 puntos). En este nivel están los alumnos que sólo pueden ubicar un fragmento de información, identificar el tema principal de un texto y establecer una conexión sencilla con el conocimiento cotidiano. Por debajo del nivel 1 (menos de 335 puntos). Están los alumnos que pueden leer, en el sentido técnico de la palabra, pero que tienen importantes dificultades para utilizar la lectura como una herramienta que les permita ampliar sus conocimientos y destrezas en diferentes áreas. Por lo tanto, está en entredicho su capacidad de beneficiarse de la educación y aprovechar las oportunidades de aprendizaje durante su vida (p.11)

Sarda, Márquez y Sanmartí (2006) señalan que: “En el marco educativo europeo, se plantea la lectura como comprensión, utilización y reflexión sobre texto para alcanzar metas propias, desarrollar conocimiento y potencial propios y para participar en la sociedad (OCDE). Esta meta es realmente ambiciosa y no hay duda de que para conseguirla será necesario trabajar conjuntamente desde todas las disciplinas, también desde la educación científica. Entendemos que es un trabajo que puede contribuir a la formación de ciudadanos que fundamenten científicamente sus actuaciones con relación a las temáticas socialmente relevantes (p. 291).”

La comprensión de textos tiene como antecedente la lectura, pues leer es un proceso intelectual y cognitivo del que se puede extraer información más allá del texto mismo. Mientras se realiza la lectura ocurre un proceso donde se recibe un mensaje que no llega de manera pasiva, esto sucede mediante la interpretación de este de acuerdo con las exigencias y destreza, de forma paralela se valora, escoge y descarta (Artega, 2001).

Muchos estudiantes no están preparados para leer un manual de laboratorio de química y mucho menos salir victoriosos mientras realizan un experimento. La estructura de la prosa y el lenguaje técnico desconocido a menudo limitan su comprensión del nuevo material (Johnstone, 1984).

El contenido es relativamente simple de comprender cuando sólo se requieren unos pocos pasos para pensar. Por ejemplo, nombrar un compuesto a partir de su fórmula química puede usar un solo paso, asociaciones simples. Sin embargo, la comprensión es más compleja cuando el contenido involucra conceptos. Los conceptos requieren el reconocimiento de atributos críticos de ejemplos que identifican y definen el concepto. Por ejemplo, al reconocer varias sustancias químicas como "reactivos", los estudiantes identifican propiedades únicas de los "reactivos", que son sus atributos críticos, y construyen una definición para el concepto "reactivo".

La definición y el proceso de comprensión ayudan a los estudiantes a reconocer otras sustancias como reactivos o no reactivos. Las tareas complejas generalmente requieren múltiples pasos en el pensamiento, incluida la integración de varias ideas. Estos "pasos múltiples" producen conocimientos que son más generalizables que los específicos retirados y que probablemente se aplicarán (transferirán) a tareas futuras (Wilson y Chalmers–Neubauer, 1988).

Wilson y Chalmers–Neubauer (1988, p. 997) construyeron la siguiente propuesta para la lectura de manuales de laboratorio, donde proponen los siguientes niveles:

Nivel 1: lectura literal

El propósito de la "lectura literal" es entender el contenido tal como está escrito. Inicialmente, la lectura en este nivel requiere que los estudiantes retengan lo que leyeron, un proceso que a menudo se logra solo leyendo a un ritmo lento y deliberado. Luego, los estudiantes organizan y secuencian lo que se leyó y lo elaboran con información de antecedentes adecuada. A medida que los estudiantes aclaran el significado de lo que se presentó y hacen conexiones dentro de la información, se debe esperar que pongan las ideas en sus propias palabras, para asegurarse de que han entendido lo que han leído.

Ejemplos de preguntas de laboratorio respondidas a través de "lectura literal" son:

- ¿Cuál es el problema o propósito citado en el laboratorio?
- ¿Qué productos químicos se van a utilizar?
- ¿Qué equipo se necesita?
- ¿Qué procedimiento experimental se identifica?
- Identifique cualquier término especial y diga qué significan.
- ¿Qué aspectos del laboratorio son familiares?
- Liste los datos (y variables) que describirá.
- ¿Qué masa o volumen vas a medir?

Nivel 2: lectura inferencial

El propósito de la "lectura inferencial" es entender el significado más allá de lo que se dice literalmente. Si bien inicialmente los estudiantes desarrollan un significado literal, se demostró que al final leen para aplicar o deducir elaboraciones y conexiones que no se mencionan literalmente. De esta manera, los estudiantes determinan los significados contextuales al interpretar las ideas principales y relacionadas. Analizar cómo se relacionan los hechos y las ideas es una forma en que los estudiantes pueden identificar si las relaciones son específicamente causa–efecto, concomitantes o de naturaleza correlacionada. Se debe esperar que los estudiantes apoyen su análisis con una discusión razonada y respaldada por datos. Ejemplos de preguntas de laboratorio respondidas a través de "lectura inferencial" son:

- ¿Qué más sabes sobre el laboratorio que no se administra?
- ¿Qué conceptos se relacionan con este experimento?
- ¿Para qué otros propósitos sirven este experimento?
- ¿Qué nuevo procedimiento (no como se indica) podría seguir?
- ¿Dónde deben usarse medidas aproximadas o exactas?
- ¿Qué causa el cambio químico en esta reacción?
- ¿Qué suposiciones se han hecho en este laboratorio?
- ¿Qué conclusiones puedes proponer o apoyar?

- ¿Cómo se relacionan las variables?

Nivel 3: lectura evaluativa

El propósito de la "lectura evaluativa" es juzgar la eficacia o solidez de uno o más significados derivados de lo que está impreso en el manual. Este proceso de lectura refleja decisiones personalizadas que verifican la precisión de las ideas o cuestionan su validez. Por ejemplo, los estudiantes pueden verificar resultados y procedimientos anteriores para ver si los productos están relacionados con la teoría química identificada. El valor relativo de un procedimiento sobre otro también puede discutirse cuando los estudiantes cuestionan si uno u otro debe o no hacerse. Los propósitos aquí se logran cuando los estudiantes pueden hacer juicios razonados sobre las ideas obtenidas de lo que se presenta y proporcionar evidencia sólida que consideraron al hacer estos juicios.

Ejemplos de preguntas de laboratorio respondidas a través de "lectura evaluativa" son:

- ¿Fueron correctas tus ideas? ¿Cuál necesita revisión?
- ¿Qué tan válido es el análisis de datos? ¿Por qué?
- ¿Cuál es el mecanismo más razonable que explica esta sustancia?
- ¿cambio?
- ¿Qué hechos son más significativos? ¿Por qué?
- ¿Dónde cambiarías el experimento para mejorarlo?
- ¿Cómo deben eliminarse estos químicos?
- ¿Cómo puedes explicar estos resultados inesperados?

Nivel 4: lectura creativa

El propósito de la "lectura creativa" es formular nuevas ideas, más allá de lo que se presenta. Los estudiantes sintetizan y expanden ideas del análisis previo a ideas originales al contribuir con sus propios pensamientos a lo que se leyó. La lectura creativa a menudo plantea preguntas e ideas para mayor consideración.

Ejemplos de preguntas de laboratorio respondidas a través de "lectura creativa" son:

- ¿Cuál es otra forma de analizar los datos?
- ¿Qué otro problema puede ver que necesita resolución?
- ¿De qué manera nueva podría usarse este producto?
- ¿Qué productos para el hogar podrían sustituirse por los reactivos?
- Elige otro químico. ¿Qué podría pasar si lo usaras?

Tareas de memoria	Descripción	Ejemplo
Identificación (reconocimiento).	Recordar o identificar un elemento que fue aprendido o conocido anteriormente.	Opción múltiple, o falso y verdadero.
Recuerdo (recuerdo asistido por claves o preguntas).	Reproducir información, palabras u otro elemento desde la memoria.	Respuesta breve.
Recuento (recuerdo libre o no asistido).	Repetir elementos o listas de elementos en cualquier orden que le sea posible al individuo.	Listas de hechos o historias.
Contextualización (tareas que involucran conocimiento procedural)	Recordar habilidades aprendidas y comportamientos automáticos (inconsistentes) en lugar de hechos o conocimiento consiente.	Habilidades automáticas inconscientes que pueden ser aplicadas en diferentes contextos.

Tabla 1. Método RIRC. (de Negrete, 2012)

Negrete (2005) propone un instrumento para evaluar la eficacia de la comunicación en memoria y aprendizaje: el método RIRC (siglas para las palabras en inglés: *retell, identify, remember y contextualize*). Este método se basa en la aplicación de cuestionarios para poder medir la capacidad de transmitir un aprendizaje, donde se les presenta información científica en forma de narración.

El método se centra en analizar cuatro aspectos que reflejan los distintos niveles de comprensión memorística: recuento, identificación, recuerdo y contextualización. Se analizan también las habilidades de reproducción (recuento, identificación y recuerdo) y una medida de las habilidades creativas (contextualización) (tabla 1).

Mediante esta herramienta también podemos evaluar la capacidad de retención de información de diferentes estilos narrativos (Negrete, 2012).

1.8. Elección de textos

En el proceso de elección del material adecuado, se llevó a cabo un análisis de diversos textos de ciencia ficción el cual consistían en que éstos debían de contener elementos que pudiesen ser usados como un recurso dentro del aula. Dichos elementos iban desde presentar una situación donde se aborden temas relacionados con la química. Desde una simple reacción, hasta la presentación de gráficos de pH vs volumen, por mencionar algunos de los elementos encontrados en la literatura.

Dentro de este análisis se revisaron títulos de diferentes autores, por ejemplo:

- Andy Weir–El Marciano
- Michael Crichton–Micro y La amenaza de Andrómeda
- Arthur C. Clarke–Cita con Rama y Las arenas de Marte
- Ray Bradbury–Crónicas marcianas
- Issac Asimov–Las propiedades endocrinas de la tiotimolina re sublimada
- Julio Verne–La isla misteriosa

De este último se tomó un fragmento para diseñar las diversas actividades que se muestran a continuación. Pero ¿qué condiciones debía de cumplir el texto para poder ser usado?

- El tema a abordar tenía que estar presente dentro del currículo de la materia
- Presentan ejemplos claros de la vida real.

1.9. Programa de química III

La asignatura de química III del CCH (2016), consta de 3 unidades:

- Unidad 1. Industria química en México: factor de desarrollo
- Unidad 2. De los minerales a los metales: procesos químicos, usos e importancia.
- Unidad 3. Control de los procesos industriales en la fabricación de productos químicos estratégicos en el país.

Para fines de este trabajo nos centraremos en la unidad 2, el cual tiene el siguiente aprendizaje:

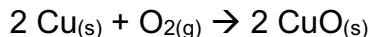
Etapas que involucran cambios físicos y químicos para obtener un metal.

- Concentración del mineral.
- Reducción.

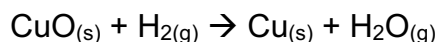
1.10. Reacciones óxido reducción

Quílez, Lorente, Sendra y Enciso (2009, p. 348), presentan la siguiente definición para “Los términos oxidación y reducción empezaron a utilizarse a partir de la síntesis conceptual realizada por Lavoisier en relación con su “nueva teoría de combustión”. La oxidación se asoció con la ganancia de oxígeno y la reducción suponía su pérdida.”

Así, una reacción típica de oxidación puede ser:



Y una reacción de reducción:



Para Manku (1998) el término oxidación originalmente se aplicó para representar un proceso en el cual una sustancia adquiere oxígeno en una reacción química; y el término reducción para un proceso en el cual el oxígeno es eliminado de la sustancia. En la actualidad, estos términos se utilizan para representar procesos en los cuales el oxígeno puede no tomar parte: las reacciones rédox se describen ahora

en términos de ganancia o pérdida de electrones. La oxidación se define como un proceso en el cual uno o más electrones son perdidos por un átomo, ión o una molécula y la reducción como un proceso en el cual se adicionan electrones. Así, a las reacciones que incluyen una variación en las cargas eléctricas a varias especies reaccionantes se denominan reacciones rédox.

Las sustancias que donan electrones se llaman agentes reductores y las sustancias que aceptan electrones se denominan agentes oxidantes. Los dos procesos, de oxidación y de reducción, no pueden llevarse a cabo en forma separada, sino que deben suceder en una reacción en forma simultánea.

1.11. Objetivo

- Promover la narrativa de la ciencia ficción como una herramienta para el aprendizaje de la química, por medio del diseño de secuencias de actividades relacionados con ésta.
 - a. Promover actividades que fomenten la indagación guiada en el trabajo experimental.
 - b. Fomentar la alfabetización científica a través de la lectura, comprensión de textos de ciencia ficción; además de trasladar y diseñar experimentos en el aula.
- Evaluar la comprensión lectora de los estudiantes a través de las actividades propuestas y cómo ésta se ve reflejada en su desempeño académico.

1.12. Pregunta de investigación

¿Qué tipo de actividades se deben diseñar para lograr un mejor aprendizaje de conceptos y actitudes en los alumnos en la enseñanza de la química utilizando la ciencia ficción?

2. Metodología

Este es un de investigación acción, cualitativo, cuyo análisis involucró métodos inductivo-deductivo. Es posible decir que el alcance de este estudio es de tipo correlacional-explicativo, dado que tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que existe entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto en particular; para este caso se va a determinar la correlación existente entre las secuencias de actividades usadas (que corresponde a la variable independiente) y el nivel de aprendizaje de los estudiantes (variable dependiente). Los datos se obtuvieron a través de cuestionarios, actividades en equipo (diseño de diagramas de flujo, actividades experimentales y presentación de resultados) y la escritura de una narrativa.

A continuación, se presentarán las actividades que se llevaron a cabo para la realización de este trabajo. Así pues, se diseñaron una serie de tareas, con la finalidad de hacer uso de las narrativas de ciencia ficción con los alumnos de la materia de “Química III”.

Actividad	Tipo de actividad	Evidencia
Actividad 1. – Lectura y cuestionario “Isla Misteriosa”	Trabajo fuera del aula	Respuestas a las preguntas(individual)
Actividad 2. – Reconstruyendo los pasos de Cyrus Smith	Sesión presencial	Diagramas de flujo (en equipo)
Actividad 3. – ¿Cómo podemos obtener un metal a partir de un mineral?	Sesión presencial /Sesión experimental	Diseño experimental (En equipo)
Actividad 4. Formato para entrega de informe (Tipo artículo científico)	Trabajo fuera del aula	Informe de la práctica (En equipo)
Actividad 5. Reescribiendo la Isla Misteriosa	Trabajo fuera del aula	Texto (individual)

Tabla 2. Actividades aplicadas y evidencias obtenidas

Cabe destacar que el profesor titular del grupo impartió sus clases de forma habitual y a medida que transcurría el curso se planificaron una serie de actividades para la

unidad II. En la tabla 2 se enlistan dichas actividades y el tipo evidencia obtenida (las actividades completas se muestran en el anexo 1).

2.1. Actividades para promover el uso de las narrativas del género ciencia ficción

Las actividades, enlistadas en la tabla 2, se desarrollaron de acuerdo con los temas abordados en el temario de Química III de la Unidad II “¿Qué tipo de cambios físicos y químicos se encuentran involucrados en la obtención de metales?”. La temática abordada es la siguiente:

- Procesos para la obtención de metales
- Etapas que involucran cambios físicos y químicos para obtener un metal.
- Reducción.

2.1.1. Actividad 1. Cuestionario “Isla Misteriosa”

Se diseñó un cuestionario con base en la lectura del capítulo XV de la “Isla Misteriosa” de Julio Verne (1874), en donde se abordan temas de la Unidad II – “¿Qué tipo de cambios físicos y químicos se encuentran involucrados en la obtención de metales?”. Se entregó a los alumnos el cuestionario junto con el capítulo del libro; esta actividad se elaboró para ser trabajado de forma individual y extra-clase.

El cuestionario consta de 14 preguntas sobre el texto, donde se revisan conceptos abordados durante la primera unidad y las palabras claves que eran importantes para entender la lectura. El principal objetivo de esta actividad es determinar el nivel de comprensión de lectura en los alumnos.

De estas 14 preguntas se evaluaron dos aspectos:

- La comprensión lectora (este análisis no se tenía contemplado desde un inicio, pero al realizar la primera revisión de los datos surgió esta idea para poder enriquecer esta investigación).

- Dentro del cuestionario, una de las preguntas les pedía a los alumnos esquematizar el texto, para esta cuestión se elaboró una rúbrica.

2.1.1.1. Rúbrica para evaluar la comprensión lectora

Para ello, se hizo uso de los niveles propuestos por PISA (2018) y Wilson & Chalmers–Neubauer (1988), con éstos se reelaboró una nueva propuesta donde se abordarán aspectos que involucraban a las dos propuestas y se agregaron nuevos rubros que eran necesarios para poder determinar el nivel comprensión de cada estudiante.

Se diseñó una rúbrica para evaluar este cuestionario. El cual se presenta en la tabla 3 y se da una explicación de las características para cada nivel.

Nivel 1: Este es el nivel de menor rango también llamado *comprensión literal*, se caracteriza por el menor grado de complejidad, ya que busca que el lector identifique y localice elementos dentro del texto y pueda reconocer el tema principal.

Nivel 2: Este nivel requiere una mayor atención por parte del lector, también llamado *comprensión inferencial*, se caracteriza primordialmente por la articulación del texto con saberes de su experiencia personal en donde se da cabida a articular significados mediante la lectura, localizar datos que se encuentran interferidos y reconocer ideas principales.

Nivel 3: Este nivel se caracteriza por la capacidad del lector de poder esquematizar el texto, en donde es necesario integrar varias partes de la obra para identificar la idea principal, comprender la relación o establecer un significado; en otras palabras, una interpretación del escrito. Se reconoce la presencia de informaciones irrelevantes que enmascaran la idea principal.

Nivel 4. Este nivel se caracteriza porque el lector es capaz de inferir significados que no necesariamente se encuentran dentro del texto. Hay relación del contenido del texto con saberes aprendidos dentro del curso y hay capacidad de reflejarlo.

Nivel	Nivel 0 (0- 4 pts.)	Nivel 1 (4 – 6 pts.)	Nivel 2 (6 – 10 pts.)
Nivel 1. Comprensión literal 0–10 pts.	Localiza e identifica elementos.	Identifica datos notorios en el texto cuando hay poca o nula información que compita con ellos.	Reconoce el tema principal
Nivel 2. Comprensión inferencial 10–20 pts.	Localiza datos que podrían estar inferidos. Reconoce las ideas principales del texto.	Construye significados a partir del texto	Es capaz de comparar o conectar el texto con saberes previos ajenos al texto, recurriendo a su experiencia personal.
Nivel 3. Comprensión evolutiva 20–30 pts.	Reconoce la presencia de informaciones irrelevantes que enmascaran la idea principal.	Identifica y esquematiza los datos, encontrando relación entre ellos.	Es capaz de tomar en cuenta diversos criterios al momento de hacer comparaciones, contrastes o categorizaciones.
Nivel 4. 30–40 pts.	Ubica y organiza diversos datos incrustados en el texto, cuando hay información que compita con ellos.	Relaciona el contenido del texto con los saberes aprendidos a lo largo del curso.	Es capaz de poder trasladar sus conocimientos y poder diseñar un experimento.
Nivel 5. 40–50 pts.	Ubica y organiza diversos datos incrustados en el texto, e infiere cuáles son importantes.	Evalúa críticamente o formula hipótesis a partir de conocimiento especializado.	Es capaz de proponer o relacionar con situaciones similares.

Tabla 3. Rúbrica de evaluación de niveles de comprensión de lectura

El nivel 3 se caracteriza porque el alumno es apto para poder esquematizar el texto, en comparación con el nivel 4, éste va más allá y se enfoca en la creatividad, esto

quiere decir que el lector puede trasladar del papel a la vida real, en este caso que pueda diseñar un experimento mediante la experiencia aprendida a través del texto.

Nivel 5. Este nivel está enfocado a la creación de textos, donde el lector es capaz de poder presentar la información de forma esquematizada con orden y precisión.

2.1.1.2. Rúbrica de evaluación esquematización del texto

Se diseñó una rúbrica para evaluar el diagrama de flujo construido por los alumnos, que se presenta a continuación en la tabla 4.

Para la construcción de la rúbrica se consideraron los siguientes elementos:

Relación de evaluación	Nivel 0 (0 puntos)	Nivel 1 (Un punto)	Nivel 2 (Dos puntos)
Identifica los problemas.	No los identifica.	Identifica al menos uno de ellos.	Identifica los problemas
Identifica la sucesión de pasos para la obtención de hierro.	No los identifica.	Identifica al menos un paso para la obtención de hierro.	Identifica todos los pasos para la obtención de hierro.
Identifica materiales y sustancias	No lo identifica.	Identifica al menos uno de ellos.	Identifica todos los materiales y sustancias.

Tabla 4. Rúbrica de evaluación actividad 1

Nivel 0: Este nivel es el de menor rango, ya que el alumno no identifica los problemas que los personajes intentan resolver.

Nivel 1: En este nivel se puede observar que el alumno identifica parcialmente las problemáticas de los personajes.

- Identifica los problemas: Dentro de la temática presentada en la lectura, se presentan dos grandes problemas, estos son: la fabricación de herramientas y la obtención de hierro para poder fabricarlas. Aquí el alumno, por lo menos, identifica alguna de estas dos problemáticas.

- Identifica la sucesión de pasos para la obtención de hierro: Identifica por lo menos uno de los tres procesos que son indispensables para la obtención de hierro.
- Identifica materiales y sustancias: El alumno identifica al menos uno de los materiales y sustancias, pero no los menciona del todo.

Nivel 2: En este nivel los alumnos pueden identificar totalmente las problemáticas de los personajes.

- Identifica los problemas: El alumno identifica los dos problemas, la fabricación de herramientas y la obtención de hierro para la fabricación de éstas.
- Identifica la sucesión de pasos para la obtención de hierro: El alumno menciona que debe encontrar yacimientos del mineral de hierro y hulla, y también la construcción de un fuelle de fragua.
- Identifica materiales y sustancias: El alumno menciona los minerales de hierro y carbono, la piel de las focas para construir un fuelle de fragua y el uso de un horno.

2.1.2. Actividad 2. Reconstruyendo los pasos de Cyrus Smith

Se diseñaron dos actividades con el objetivo de darles herramientas para las actividades 3 y 4. En esta tarea se les pidió a los alumnos que trabajarán en equipos de 4 a 5 personas y construyeran 2 diagramas de flujo.

El primer diagrama que elaboraron es igual al que construyeron en la actividad 1, con la modificación de que los alumnos hicieran un consenso y reelaboraran uno con las ideas de sus compañeros y así poder apreciar el trabajo en equipo, realizando una comparación con los elaborados de forma individual.

Para el segundo diagrama se les proporciono las siguientes indicaciones: “A partir de las reacciones planteadas en el texto, construye un diagrama de flujo explicando para qué se usó cada aditamento o material, hasta llegar a la obtención del hierro metálico.”

El objetivo de esta actividad era que los alumnos identificaran las diferentes etapas del proceso de obtención del metal, relacionando las reacciones planteadas, en cada paso, con el material y los reactivos usados.

Con la finalidad de brindarles un instrumento para la elaboración de un diseño experimental para la obtención de hierro en el laboratorio, esta actividad funge de herramienta para la construcción de la actividad 3.

Se diseñó una rúbrica para evaluar el diagrama de flujo construido por los alumnos, misma que se utilizó para evaluar la actividad anterior que es la tabla 4.

2.1.3. Actividad 3. ¿Cómo podemos obtener un metal a partir de un mineral?

Con la ayuda del diagrama de flujo de la actividad anterior, se les pidió a los alumnos elaborar un diseño experimental para llevar a cabo la reducción de un metal. Se les proporcionó una lista con reactivos y materiales de laboratorio. Se buscaba que los estudiantes establecieran analogías con el material de laboratorio y los reactivos utilizados por los personajes.

Los alumnos tenían como antecedente que el profesor titular, al llevar a cabo una práctica, notó que ellos desconocían el material de laboratorio debido a que hubo algunas dudas con el uso y la utilidad del instrumental de laboratorio. Así pues, se tomó la medida de pedirles una lista de material de laboratorio en la que el alumno especificó para que servían.

Se les apoyó a los alumnos por parte de los docentes, titular y en formación, con una serie de preguntas para orientarlos. Las preguntas (tabla 5) hechas a los alumnos estaban enfocadas a encauzar el diseño que se había planeado por parte del profesor en formación.

El enfoque de este trabajo práctico tiene un nivel de apertura dos, de acuerdo con Caamaño (2003), donde el profesor establece el área de interés, el problema a resolver y determina una estrategia, el alumno planifica y realiza los experimentos. Profesor y alumno interpretan, analizan y llegan a una conclusión.

El tipo de preguntas que se hicieron fueron las siguientes:

- De acuerdo con lo que leíste ¿crees que se pueden establecer analogías con el material de laboratorio y el material utilizado por los naufragos de la isla?
- ¿Qué equipo del que está en la lista puedes usar para calentar?
- ¿Los reactivos que se te presentan son similares a los que se narran en el texto?
- ¿Qué reacciones se llevan a cabo al calentar el carbón?
- ¿De qué forma tendría que colocar los reactivos para que interactúan entre sí?

Tabla 5. Preguntas hechas por los profesores

Esta actividad tiene dos objetivos principales: el primero, es ejemplificar a los alumnos la reacción mencionada en el libro, para que ellos cayeran en cuenta que realmente la reacción se puede reproducir igualando las condiciones que el autor nos relata.

El segundo de ellos y el más importante para el análisis, la entrega de material para que elaboraran dos propuestas experimentales un tanto distintas, pero el producto de éstas tendría que resultar en la reducción del hierro.

2.1.4. Actividad 4. Formato para entrega de informe (Tipo artículo científico)

Uno de los principales objetivos de la educación científica es que los alumnos aprendan a leer y escribir artículos científicos, por ello es que en esta actividad se propone que alumnos elaboren un informe con un formato estilo artículo científico.

Los puntos para tratar fueron los siguientes:

Titulo	Metodología
Nombres	Resultados
Resumen	Conclusiones
Introducción	Referencias

Esta actividad se realizó en equipos de 3 a 4 integrantes. Mediante ella se analizó la estructura de los informes entregados por los alumnos, indagando en la estructuración de los textos entregados.

En la tabla 6 se presenta la rúbrica donde se muestran los criterios a evaluar para esta tarea.

En esta actividad se construyó una rúbrica en donde se evalúan cada uno de los aspectos mencionados anteriormente. Ésta se discute a continuación con más detalle.

Nivel 0: Este nivel es el de menor rango, ya que el alumno no presenta un resumen, introducción, metodología, resultados, conclusiones y referencias.

Nivel 1: En este nivel se puede observar que el alumno identifica parcialmente algunos de los elementos que se piden en la rúbrica:

- Resumen. Hace mención por lo menos de alguno de los siguientes elementos: metodología, resultados y conclusiones
- Introducción. Se pide que haga referencia a los conceptos que son necesarios para entender el tema y, en este caso, sólo hace mención de uno.
- Metodología. Presenta una metodología, pero no es acorde con lo que se planteó en clase.
- Conclusiones. Sus conclusiones no toman en cuenta los datos y no presenta una comparación sobre los métodos utilizados para la obtención del hierro.
- Referencias. Las referencias que presenta no se encuentran en formato APA.

Nivel 2: En este nivel los alumnos pueden identificar y desarrollar los elementos que son requeridos, para poder obtener un nivel 2.

- Resumen. Menciona los siguientes elementos: metodología, resultados y conclusiones
- Introducción. Se pide que haga referencia a los conceptos que son necesarios para entender el tema.
- Metodología. Presenta las dos metodologías usadas para la obtención del hierro.

- Conclusiones. Sus conclusiones toman en cuenta los datos y presenta una comparación sobre los métodos utilizados para la obtención del hierro.
- Referencias. Las referencias que presenta en formato APA.

Relación de evaluación	Nivel 0 (0 puntos)	Nivel 1 (1 punto)	Nivel 2 (2 puntos)
Resumen	El resumen no presenta metodología, datos y conclusiones	El resumen presenta alguno de los elementos enlistados en el nivel anterior.	El resumen presenta metodología, datos y conclusiones
Introducción	No presentan una introducción	No involucra los conceptos abordados.	Presentan los elementos abordados.
Metodología	No presentan una metodología	La metodología que expone no corresponde con de la actividad.	La metodología que expone corresponde con de la actividad.
Resultados	No presentan resultados	Presentan imágenes, pero no hacen ninguna observación sobre ellas.	Presentan imágenes y hacen ninguna observación sobre ellas.
Conclusiones	No presentan conclusiones	Las conclusiones no mencionan los datos obtenidos y tampoco hace comparación sobre los métodos usados.	Las conclusiones mencionan los datos obtenidos y hace comparación sobre los métodos usados.
Referencias	No presentan referencias	Las referencias no están en formato APA	Las referencias están en formato APA

Tabla 6. Rúbrica de evaluación actividad

2.1.5. Actividad 5. Reescribiendo la Isla Misteriosa

La lectura y la escritura son habilidades fundamentales para todos los niveles de educación. En esta actividad, los alumnos elaboraron un escrito estilo narrativa en la cual cuentan una nueva aventura de los personajes de la Isla Misteriosa.

A través de las narrativas se indaga sobre la capacidad argumentativa de los alumnos, ya que de acuerdo con el plan de estudios presentado por la SEP en el 2011 las materias de ciencias deben de buscar el desarrollo de habilidades científicas, entre ellas: el cuestionamiento, la búsqueda de respuestas, la reflexión y la argumentación.

Mediante las narrativas se inquiera la capacidad creativa de los alumnos, la elección de los materiales y reactivos para la obtención del cobre, proceso de obtención y las reacciones involucradas en el proceso, como en la Isla Misteriosa de Julio Verne. A continuación, se enuncian las instrucciones dadas a los estudiantes:

“Imagina que ahora, tú eres Cyrus Smith de la isla misteriosa y quieres obtener cobre metálico para la fabricación de un alambique (Utensilio que sirve para destilar una sustancia volátil, compuesto fundamentalmente de un recipiente para calentar el líquido y de un conducto por el que sale la sustancia destilada) ya que se requiere para la destilación de alcohol, esto con el motivo del cumpleaños de Gedeón, pues a él le agradan mucho las bebidas espirituosas.

¿Qué es lo que tienes que hacer ahora?

- Escribir una historia en donde cuentes cómo es que Cyrus encontró los minerales que contenían cobre, así como el proceso que utilizó para la obtención del cobre metálico (apóyate del diagrama que construiste con tus compañeros de equipo).
- Debes elaborar un diagrama similar al que hiciste para la obtención de hierro, pero ahora para la obtención de cobre (NO OLVIDES COLOCAR TUS REFERENCIAS).
- La extensión de la historia no debe ser mayor a 2 cuartillas y lo mínimo es una cuartilla.
- Los puntos que debes tratar son los siguientes:

- Minerales de cobre (características físicas).
- Proceso de obtención.
- Reacciones involucradas en estos procesos.
- El escrito (2 cuartillas máximo).
- Un diagrama.

Relación de evaluación	Nivel 0 (0 puntos)	Nivel 1 (Un punto)	Nivel 2 (Dos puntos)
Menciona el mineral de cobre.	No menciona el mineral usado.		Menciona el mineral usado.
Menciona el proceso utilizado para la obtención de cobre.	No lo menciona	Lo menciona, pero no entra en detalles.	Lo menciona y lo explica detalladamente.
Hace mención de las reacciones involucradas en el proceso de obtención de Cobre.	No menciona las reacciones.	Se mencionan las reacciones, pero no se relacionan con el texto.	Se hace mención de las reacciones y se relacionan con el texto.
Hace uso de la narrativa para explicar el método.	No hace uso de la narrativa o no hace uso de los elementos enlistados.	La narrativa no posee hilo conductor, pero si hace uso de los elementos enlistados. La narrativa posee hilo conductor, pero no hace uso de los elementos enlistados.	La narrativa posee hilo conductor y hace uso de los elementos enlistados.

Tabla 7. Rúbrica de evaluación para la actividad 5

En esta actividad se construyó una rúbrica que se presenta en la tabla 7, en donde se evalúan cada uno de los aspectos mencionados anteriormente. Ésta se discute en la siguiente sección con más a detalle.

Nivel 0: Este nivel es el de menor rango, ya que el alumno no identifica los elementos del problema que los personajes intentan resolver.

Nivel 1: En este nivel se puede observar que el alumno identifica parcialmente las problemáticas de los personajes.

- Menciona el mineral de cobre.
- Menciona el proceso utilizado para la obtención de cobre.
- Menciona las reacciones involucradas en el proceso de obtención de Cobre.
- Hace uso de la narrativa para explicar el método.

Nivel 2: En este nivel los alumnos pueden identificar totalmente las problemáticas de los personajes.

- Menciona el mineral de cobre.
- Menciona el proceso utilizado para la obtención de cobre.
- Menciona las reacciones involucradas en el proceso de obtención de Cobre.
- Hace uso de la narrativa para explicar el método.

3. Resultados y análisis de resultados

En este capítulo se presentan los datos obtenidos de un grupo de 5° semestre de la materia de Química III (del semestre 2019–1) del Colegio de Ciencias y Humanidades (Plantel Vallejo) de la Universidad Nacional Autónoma de México. A continuación, se expone el análisis de los resultados obtenidos en las actividades propuestas en el capítulo anterior y se irán presentado en ese mismo sentido.

3.1. Cuestionario “Isla Misteriosa”

Esta tarea consistió en la resolución de un cuestionario que contenía 14 preguntas con el objetivo de observar el nivel de comprensión lectora. Para determinar el nivel en el cual se encuentran los alumnos se hizo uso de los niveles de una rúbrica de evaluación (tabla 3), la cual se discutió en la sección anterior.

En el gráfico 1 se presenta el nivel alcanzado de forma grupal por los alumnos de la materia de química III. Se observa que casi un 80% de los alumnos poseen el nivel de lectura 4 que está caracterizado por los siguientes aspectos:

- Ubica y organiza diversos datos incrustados en el texto, cuando hay información que compita con ellos.
- Relaciona el contenido del texto con los saberes aprendidos a lo largo del curso.
- Es capaz de poder trasladar sus conocimientos y diseñar un experimento.

Este nivel (4°) está enfocado a las preguntas III, IV y V, en donde el principal objetivo de esta actividad es que los alumnos puedan identificar las sustancias con las que trabajan los personajes de la isla misteriosa, así como representar las reacciones efectuadas para la obtención del hierro mediante la reducción de éste.

Estas preguntas implican diversas habilidades, lo que involucra que el alumno pueda relacionar los saberes aprendidos durante el curso y estos poderlos vincular con la situación generada mediante el texto.

Hay que destacar la riqueza del texto de ciencia ficción, porque éste involucra situaciones de la vida diaria que puede ser usadas dentro de la disciplina para ejemplificar algún proceso o aprendizaje dentro del aula. Esta narrativa se vuelve

en un excelente vehículo para transmitir un mensaje porque involucra muchas emociones y humaniza la ciencia como lo mencionan Gilbert, Hipkins y Cooper (2005) y en una guía para resolver situaciones, ya que la forma de actuar de Cyrus es muy destacable debido a su papel como líder natural.

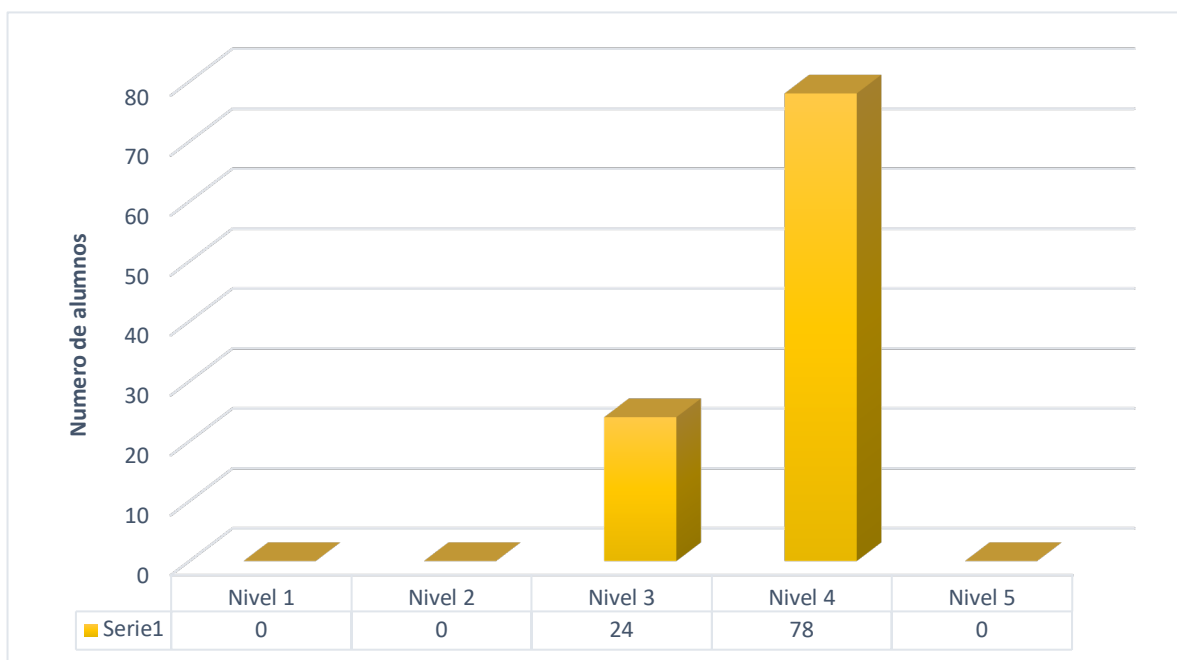


Gráfico 1. Nivel de comprensión de lectura grupal

3.1.1. Construcción del diagrama de flujo

Dentro de las actividades propuestas en el cuestionario se les pidió a los alumnos elaborar un diagrama de flujo con la sucesión de pasos que siguieron los personajes para resolver el problema de la falta de herramientas en la isla. Los aspectos por evaluar fueron los siguientes:

- Identificar los problemas: Había dos problemas por resolver, uno dentro de otro. El principal, era la falta de herramientas, y el segundo, que era fundamental para resolver el primero, ¿Cómo obtener hierro en la isla?
- Identificar la sucesión de pasos para la obtención de hierro: Identificado el problema, se les pide a los alumnos explicar el método que se usó para obtener hierro. Esta sucesión de pasos es la identificación del mineral de hierro y carbón mineral, y la construcción de un fuelle de fragua para la inyección de aire al horno. En algunos casos también se menciona la construcción del horno, pero dicha fabricación no se hace dentro de este capítulo.

- Identificar materiales y sustancias: El alumno debe hacer mención de los materiales, como son el horno, el fuelle de fragua, las piedras refractarias, como materiales y en las sustancias debe identificar el uso del mineral de hierro y carbono (hulla) para llevar a cabo este proceso de reducción del metal.

En la imagen 1 se presenta un diagrama testigo y más adelante algunos de los construidos por los alumnos. En el primero se abordan los 2 principales problemas, la fabricación de herramientas y la obtención de hierro. Se plantea la sucesión de pasos seguido por los personajes, la identificación de los reactivos y los materiales necesarios para la reducción del óxido de hierro II.

En el gráfico 3 se presentan los resultados obtenidos por los alumnos, cuántos alumnos alcanza el nivel 0, 1 y 2, de acuerdo con el puntaje obtenido en la elaboración del diagrama de flujo que se les solicito en el cuestionario.

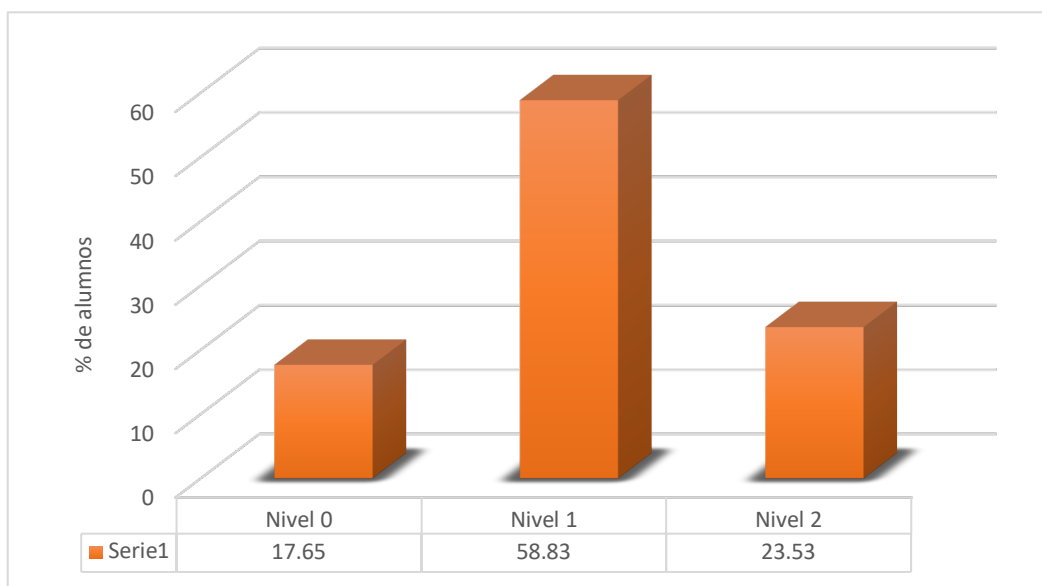


Gráfico 3. Elaboración de diagrama de flujo

Se puede observar que 17.65% de los alumnos obtuvieron una puntuación que los localizó en el nivel 0, esto quiere decir que consiguieron uno o dos puntos, ya que logran identificar algunos de los elementos del diagrama.

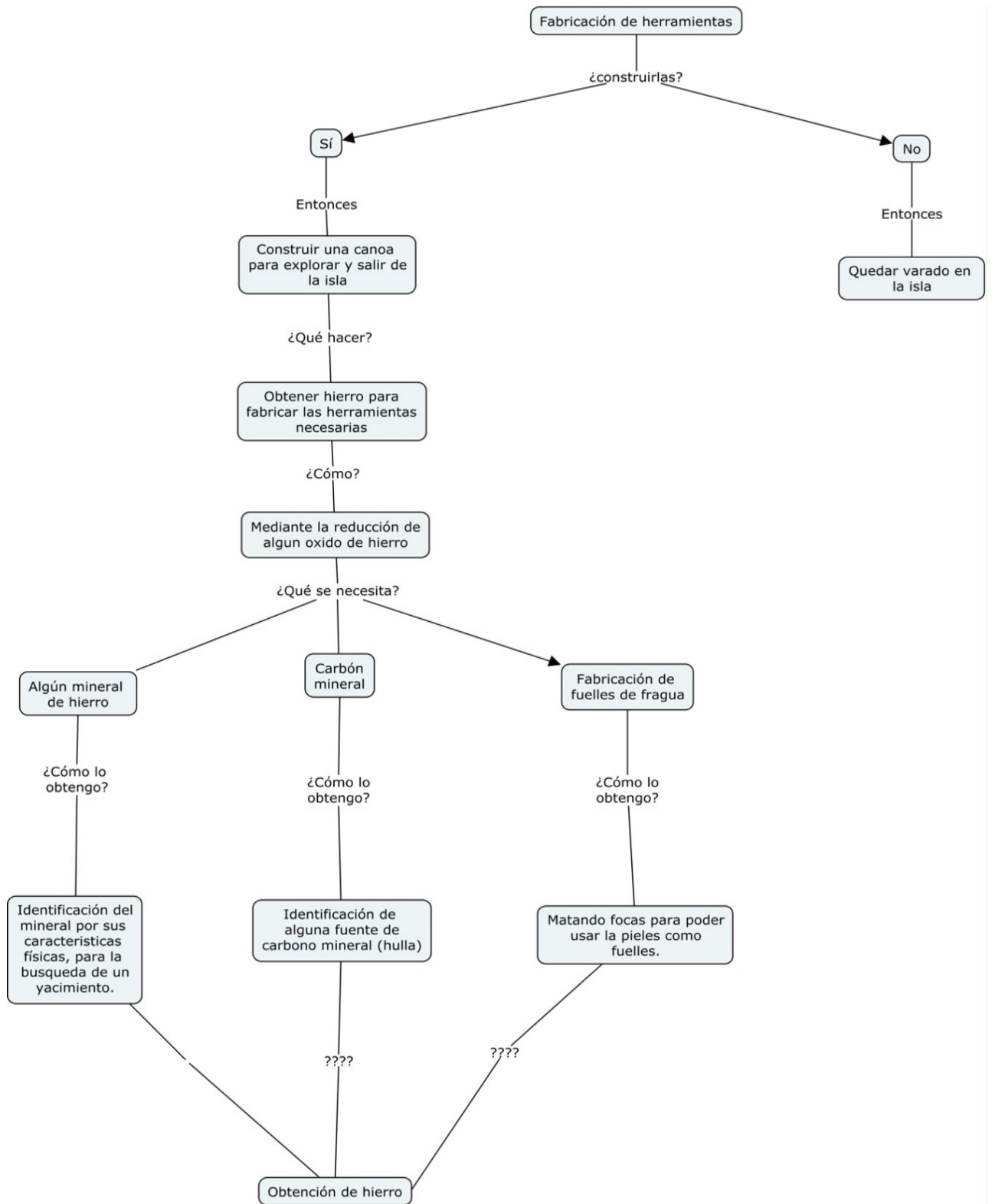


Imagen 1. Diagrama de flujo testigo

En el nivel 1, el porcentaje de alumnos aumentó drásticamente a un 58.83%, esto quiere decir que logran identificar al menos uno de los problemas, algunos de los pasos seguidos por los personajes, y los reactivos y materiales. Al obtener este nivel, se aprecia que hay una comprensión del texto, pero no la suficiente porque no visualiza el resto de los elementos.

Se observa que el 23.53% de los alumnos alcanza el nivel 2, en donde los estudiantes son capaces de identificar todas las problemáticas presentes en la lectura, la sucesión de pasos planteada por los personajes para la obtención del hierro y la identificación de los materiales y, sustancias usadas.

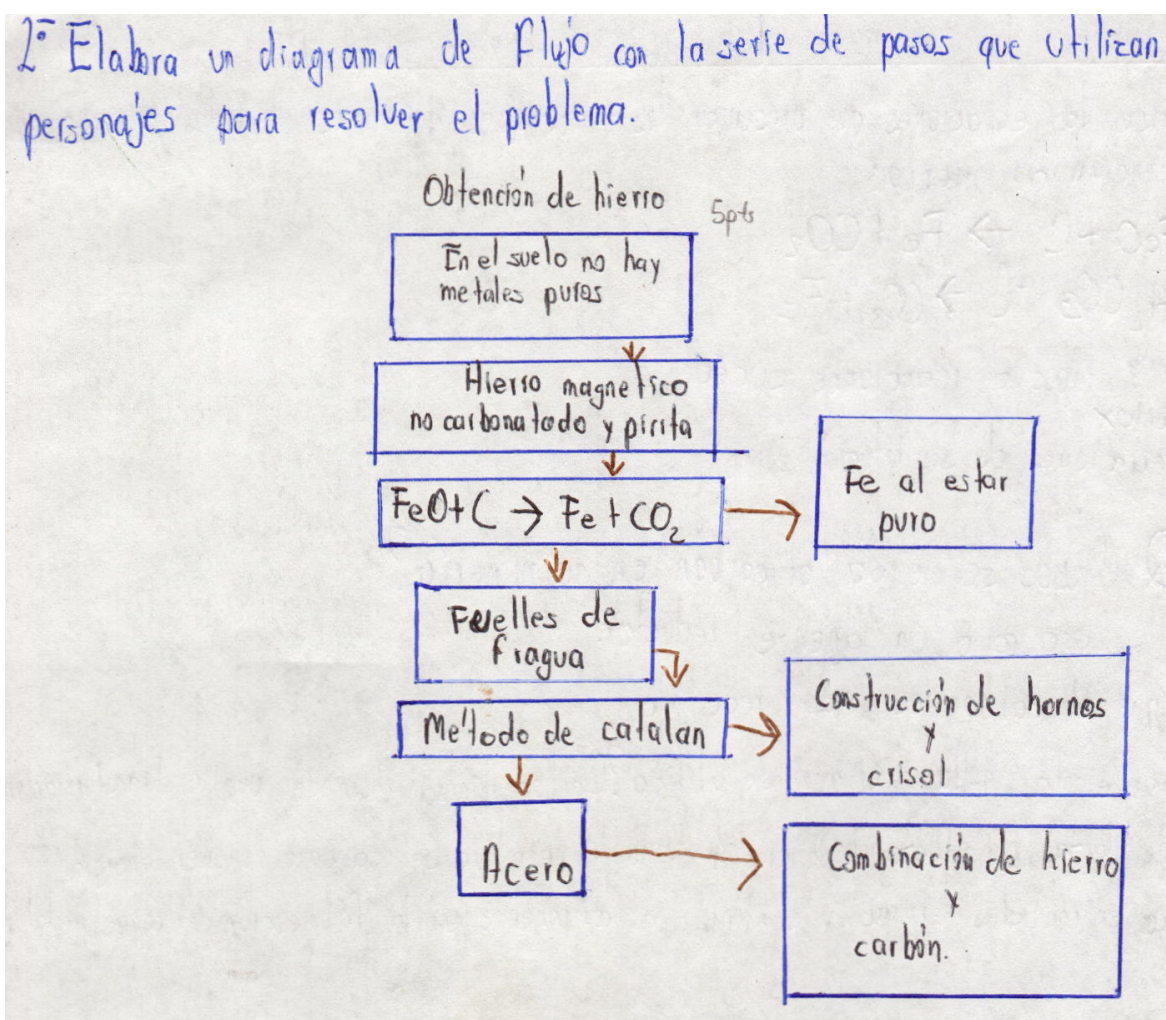


Imagen 2. Diagrama presentado por un alumno (experimental)

En la imagen 2 se muestra la evidencia presentada por uno de los alumnos, en donde éste obtiene una puntuación de 5, de acuerdo con la rúbrica presentada en

la tabla 3 donde el primer rubro a evaluar es la identificación de problemas, de acuerdo con el diagrama “testigo” que se expone en la imagen 1. Éste nos habla de un problema central y uno secundario, el central es la obtención de hierro y el otro la fabricación de herramientas e identifica los materiales y las sustancias (vitales para la resolución del problema). Debemos destacar la destreza de los alumnos para poder extraer estos elementos de la lectura porque contiene varios aspectos que se vuelven muy significativos; un ejemplo claro es la matanza de las focas, este se vuelve un foco de distracción y se ve reflejado en las evidencias, tanto así que los alumnos lo mencionan en repetidas ocasiones.

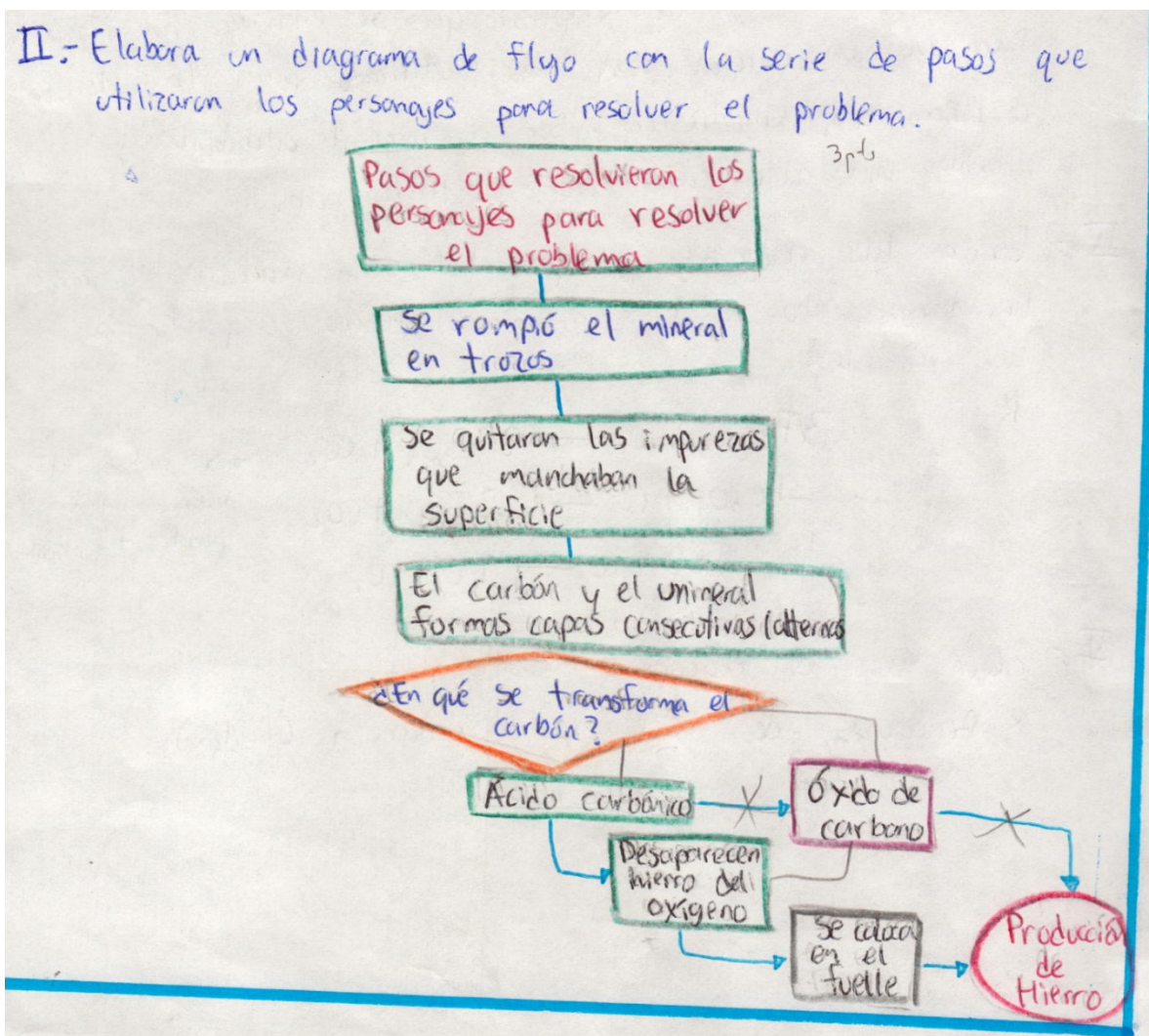


Imagen 3. Diagrama presentado por algún alumno

En la imagen 3 se muestra la evidencia presentada por uno de los alumnos, en donde éste obtiene una puntuación de 3; ya que solamente identifica un problema, no menciona la construcción del fuelle y no hace mención del horno.

Es importante destacar algunos otros elementos dentro de este diagrama, ya que el alumno retoma ciertos elementos que no son considerados en las rúbricas de evaluación y con esto me refiero a la presentación de las reacciones involucrada para la obtención del hierro. En la herramienta que se presenta para la evaluación de la evidencia (tabla 3) dentro de los niveles propuestos, esto que presenta el alumno involucra habilidades que se encuentran en el nivel 4. El estudiante relaciona los contenidos del texto con los saberes aprendidos a lo largo del texto, la unidad temática abordada era la obtención de metales mediante métodos de oxidoreducción.

3.2. Reconstruyendo los pasos de Cyrus Smith

La actividad 2 consistió en la reelaboración del diagrama de flujo construido en la actividad uno. El objetivo de esta actividad era integrar y observar el trabajo en equipo, se les pidió a los alumnos formaran equipos de 3 a 4 personas, llegar a un consenso sobre los pasos seguidos por los personajes y reescribirlo.

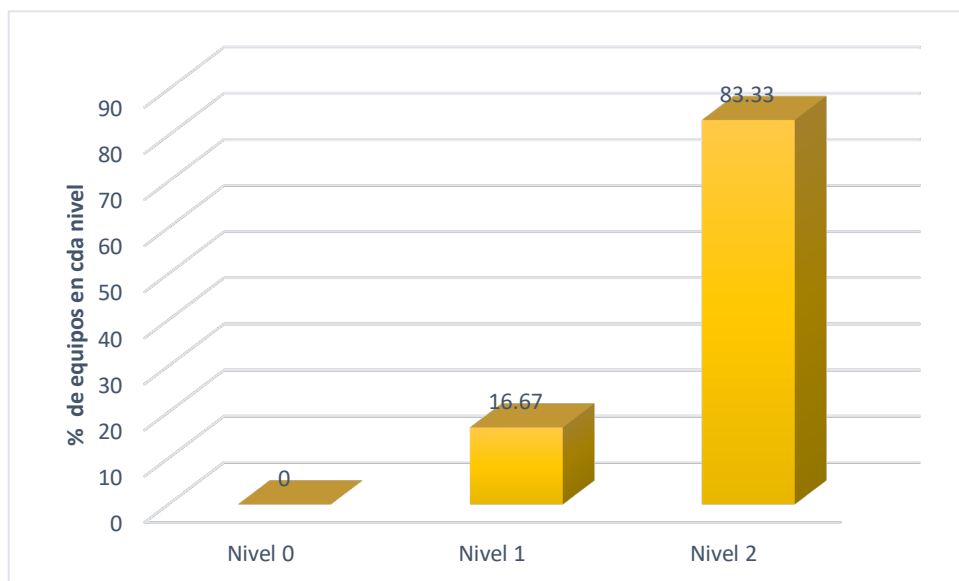


Gráfico 4. Elaboración de diagrama de flujo en equipo

En el gráfico 4 se presenta el porcentaje de equipos que alcanza los diferentes niveles de comprensión del texto para la construcción del diagrama. Si hacemos la comparación del gráfico 3 con el 4 se observa que los resultados mejoran con la integración de los equipos, ya que se aprecia que una mayoría del grupo logra esquematizar los pasos de Cyrus. El 83.33% de los equipos se localiza en el nivel 2, porque logran identificar la mayoría de los elementos del diagrama de flujo. El resto de los alumnos se encuentra en el 16.67 % debido no identifica ninguno de los elementos presentes en el diagrama.

A continuación, se presentan algunas de las comparaciones hechas, en donde se expone el puntaje obtenido por cada integrante del equipo de forma individual contra el obtenido en forma grupal, y con ello poder analizar si el trabajo en equipo repercutió en la mejora de su trabajo.

En el gráfico 5 se presenta la comparación hecha al equipo 4. En esta se expone la puntuación obtenida de forma grupal la cual es 6 puntos. Ninguno de ellos obtiene la misma puntuación, podríamos arriesgarnos a hacer la suposición que él tomo el papel de líder, presentando sus ideas al resto del equipo y al tomar esta medida contribuyera a una mejora en la interpretación del texto.

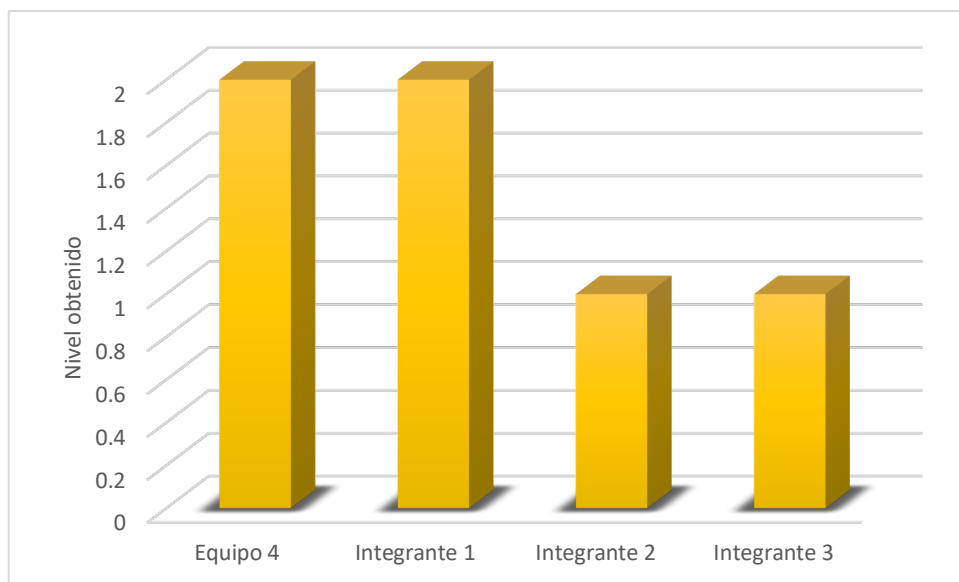


Gráfico 5. Comparación de diagrama de flujo del equipo 4

En la imagen 4 se presenta el diagrama elaborado por el equipo 4, en donde la propuesta grupal presenta un nivel 2, esto quiere decir que los alumnos logran

identificar el conjunto de problemas que se encuentran en la lectura, enlistan la mayoría de los pasos, pero olvidan mencionar la búsqueda de los yacimientos de los minerales de hierro y carbón; pero definen los materiales y sustancias.

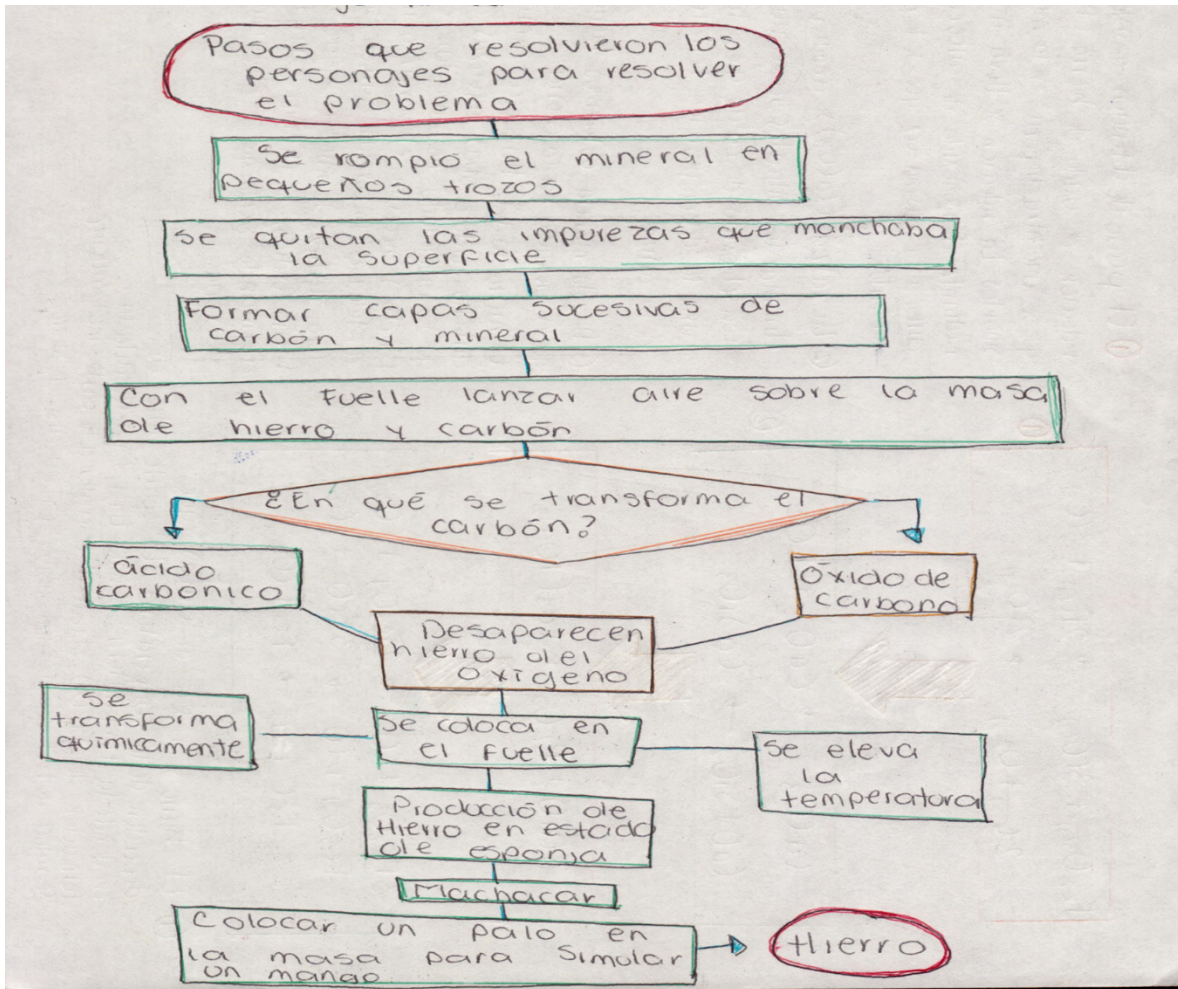


Imagen 4. Diagrama presentado por el equipo 4

En el gráfico 6 se presenta la comparación hecha al equipo 6, se expone la puntuación obtenida de forma grupal es de 6 puntos. Se observa que sigue la misma tendencia que en el gráfico 5, hay un integrante que alcanza un nivel de 2 mientras que el resto se localizan en niveles inferiores a éste.

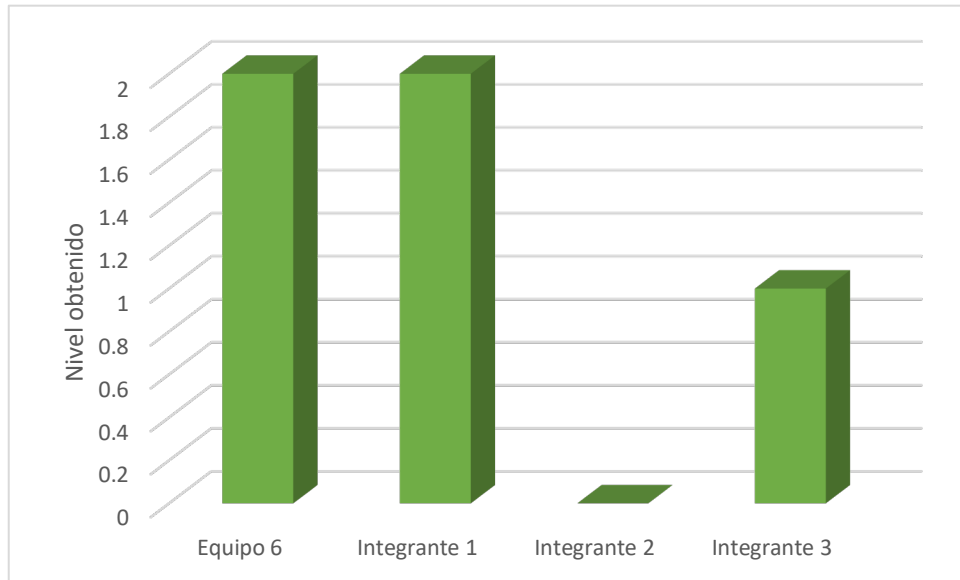


Gráfico 6. Comparación de diagrama de flujo del equipo 6

En la imagen 5 se presenta el diagrama elaborado por el equipo 6, en donde el trabajo de forma grupal presenta un nivel 2: los alumnos identifican que los personajes de la historia necesitan herramientas y, por lo tanto, se requiere la obtención de hierro para poder fabricarlas; aquí es donde se establecen las problemáticas de la historia. El siguiente rubro para evaluar es la sucesión de pasos para la obtención del metal y este equipo presenta la búsqueda de los yacimientos de óxido de cobre y el carbón (hulla), mencionan la fabricación del fuelle de fragua, pero no se menciona el uso de un horno. Obtienen un punto ya que no enlistan esto último.

El último rubro evaluado es la identificación de materiales y sustancias, se menciona que se necesitan los minerales de carbón y hierro, y los elementos para la fabricación del fuelle. Dando como resultado de ello 2 puntos por la identificación de todos los puntos requeridos expuestos en la rúbrica (tabla 4).

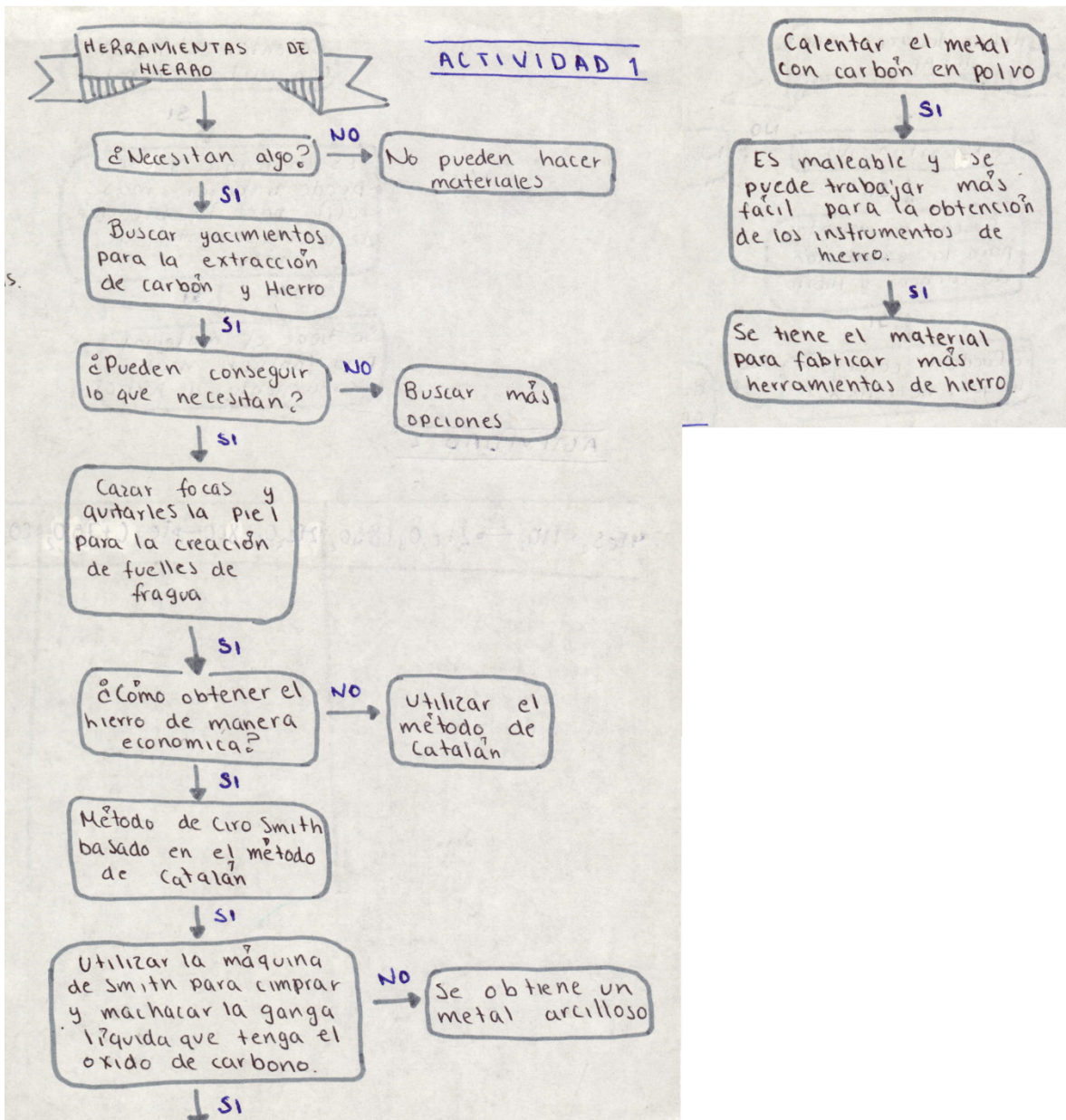


Imagen 5. Diagrama presentado por el equipo 6

3.3. ¿Cómo podemos obtener un metal a partir de un mineral?

La actividad 3 consistía en la elaboración de una propuesta experimental para la obtención de hierro a partir del óxido de hierro II, la evidencia obtenida en esta tarea fue el diseño experimental construido por los alumnos.

Todas las propuestas presentadas por los alumnos llegan al mismo resultado, debido a que el material que se les proporcionó a los alumnos era limitado, y tenía

esta intención. Porque esta propuesta hace uso de la indagación guiada y presenta un nivel de apertura 2 de acuerdo con el modelo de Caamaño (2003).

La indagación guiada tiene las siguientes características: el profesor es guía de los estudiantes y colabora con el desarrollo de la investigación dentro del laboratorio. Esto se ve reflejado en las propuestas elaboradas, ya que el material y los reactivos presentados no daban la oportunidad de que los estudiantes llegaran a una propuesta distinta y con ayuda de las preguntas manifestadas por los profesores se encaminó para que el resultado fuese el mismo, la lectura aportó muchos elementos para que los alumnos establecieran las analogías pensadas para la construcción de este diseño.

A continuación, se presenta una de las propuestas realizadas por los alumnos. En la imagen 6 y 7 se muestra el diseño elaborado por el equipo 2 y 4 respectivamente.

En la imagen 6 y 7 se observa que los estudiantes logran hacer uso de analogías: establecen la mufla como un equivalente del horno, los crisoles como un símil de los contenedores refractarios y los reactivos, todo esto para hacer el planteamiento que los condujera a la obtención de hierro mediante la reducción del óxido de hierro II.

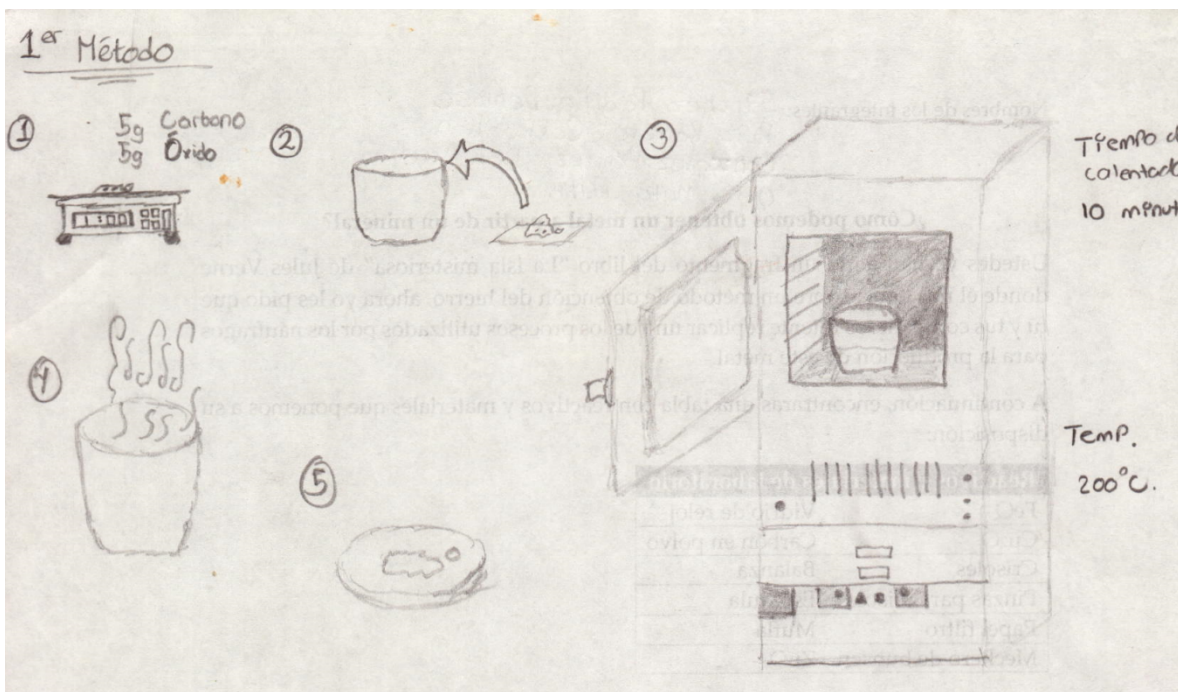


Imagen 6. Propuesta hecha por el equipo 2

El uso del texto de la isla Misteriosa ayudó a asimilar algunos de los conceptos abordados, promoviendo la imaginación del alumno. Para Lakoff y Johnson (1991) el uso de metáforas conceptuales son un mecanismo cognitivo que permite que lo abstracto sea comprendido de forma concreta. La estructura cognitiva que es usada para la abstracción es la misma que se usa en situaciones cotidianas, como la comprensión de imágenes, esquemas y metáforas.

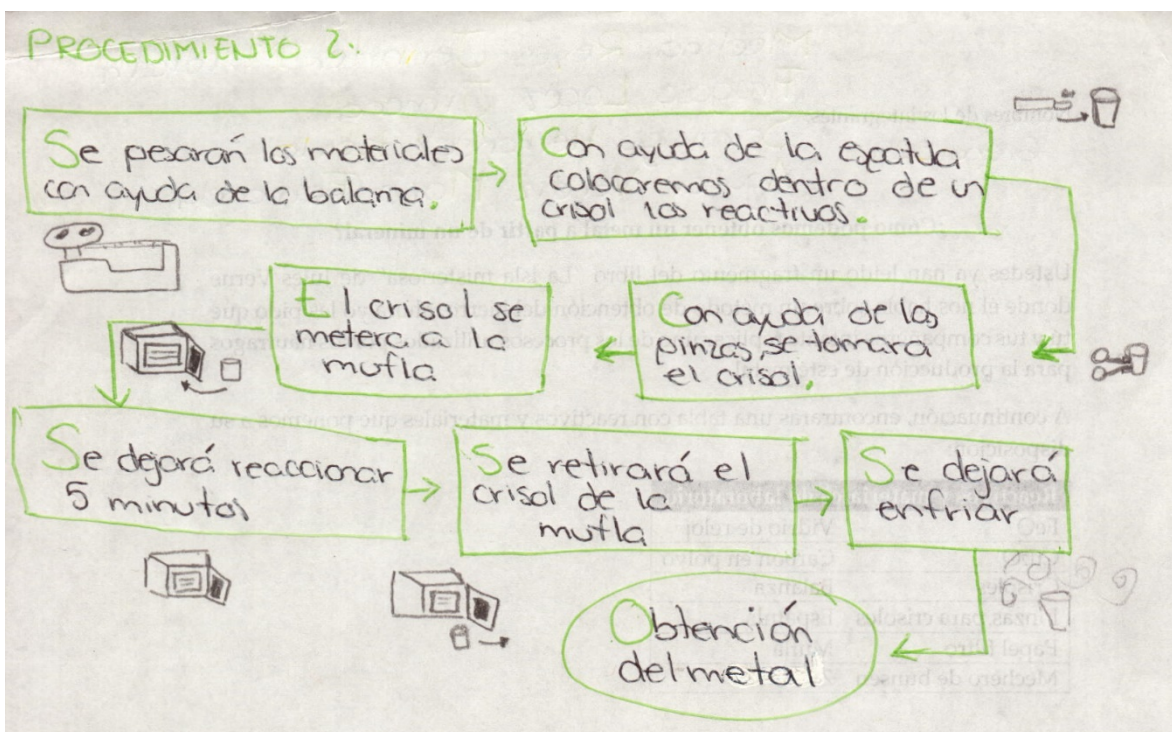


Imagen 7. Propuesta hecha por el equipo 2

Es importante hacer uso de la indagación, ya que enriquece los saberes del alumno y ayuda a integrarlos en su entorno social, como lo afirma Shert, K.G.; Schroeder, J.; Laird, J.; Kauffman, G.; Ferguson, M.J. y Crawford, K.M., (1999).

3.4. Formato para entrega de informe (Tipo artículo científico)

La actividad 4 consistía en la elaboración de un informe sobre la actividad experimental. Éste se elaboró en equipos de 3 a 4 integrantes se les dieron indicaciones sobre los puntos a tratar, que fueron los siguientes:

Titulo	Metodología
Nombres	Resultados
Resumen	Conclusiones
Introducción	Referencias

Con estos elementos se buscaba que los alumnos conocieran la estructura de los textos de corte científico; además se les pidió que consultaran algunos artículos científicos en la web para que se familiarizaran con el formato de estos y pudieran tener una idea más profunda y clara de las indicaciones brindadas.

También se ha argumentado que, para empoderar a los estudiantes como ciudadanos, es necesario enfatizar la ciencia como institución y los procesos por los cuales se produce el conocimiento científico. Un argumento ha sido que el conocimiento del carácter humano de la ciencia, los valores en la ciencia, los límites de la ciencia y sus tácticas para la toma de decisiones son requisitos previos para la toma de decisiones reflexiva (Ratcliffe y Grace: 21–38).

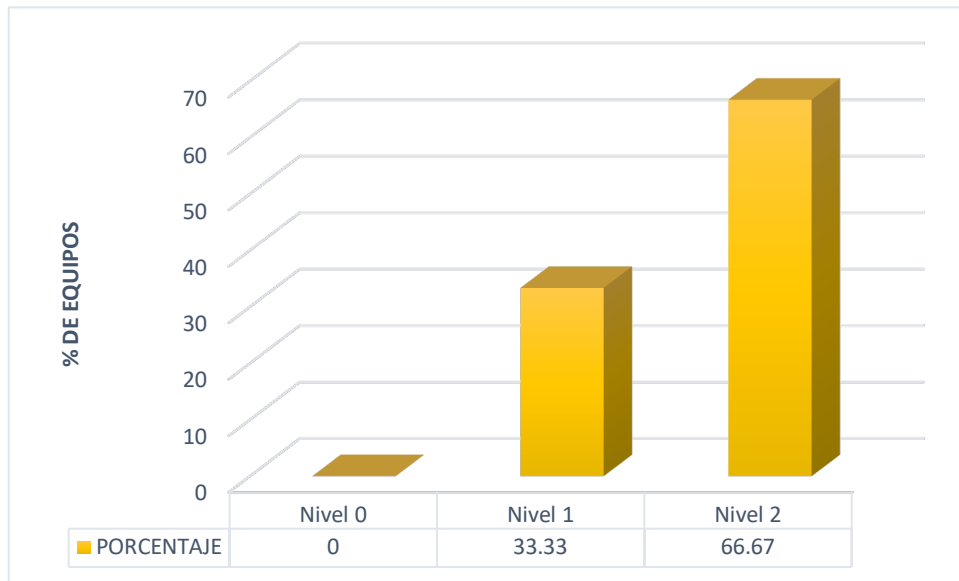


Gráfico 7. Actividad 4 Presentación de informe

La escuela tiene como responsabilidad estimular el agrado por la lectura de textos de divulgación científica, ayudando a facilitar la comprensión haciendo injerencia, incitando su capacidad crítica, investigando, haciendo de esto una aproximación evolutiva a los modelos de comprensión crítica (Cassany, 2006).

En el gráfico 7 se presentan los puntajes obtenidos por cada uno de los equipos. En los rubros evaluados para esta actividad, al igual que en la actividad anterior, podemos ver que el equipo 3 sigue manteniendo niveles muy por debajo que el resto de los equipos.

El informe presentado por el equipo 1 presenta un resumen en donde no hace mención de las conclusiones quedando incompleto dicho elemento: la introducción hace mención de todos los conceptos abordados, la metodología que presenta corresponde con la actividad, en los resultados que se presentan no hacen alguna observación o detalle sobre estos y no establecen ninguna conclusión porque no se hace mención sobre los datos obtenidos, ni tampoco se hace la comparación de los métodos utilizados.

El siguiente fragmento presenta el resumen presentado por el equipo 1:

“El motivo de esta práctica fue obtener hierro similarmente a un proceso que fue señalado en una lectura dada por el profesor Roberto, la cual nos explicaba a cerca de unas personas que llegaron a una isla sin nada y tuvieron que fabricar herramientas para así poder crear un transporte para que se fueran de esta isla. Afortunadamente la isla contaba con bastantes minerales, de este modo, aprovechando eso, aplicaron el “método de catalán” a través del cual obtuvieron el hierro en estado puro; sin embargo, nosotros también ocupamos otro método el cual fue con la utilización de papel filtro y el mechero de bunsen. En general la práctica estuvo muy interesante y divertida.”

Como ya se menciona anteriormente, el resumen que presenta este equipo es deficiente, ya que no presenta datos y tampoco algunas conclusiones sobre el trabajo realizado. La redacción deja mucho que desear porque es muy redundante y se narra en primera persona, y una de las principales características de los artículos científicos es que estos sean redactados en tercera persona.

El informe presentado por el equipo 2 presenta un resumen, en la introducción se menciona todos los conceptos abordados, la metodología que presenta corresponde con la actividad, en los resultados que se presentan hace observaciones y relaciona las imágenes presentadas con las reacciones

involucradas en el proceso. La conclusión que presentan hace mención sobre los datos obtenidos y hace la comparación de los métodos utilizados.

El informe presentado por el equipo 3 no presenta un resumen, la introducción no involucra los conceptos abordados en esta actividad, los resultados que se muestran no tienen ninguna descripción, las conclusiones que emiten no hablan sobre los diferentes métodos usados para la obtención de hierro.

El siguiente fragmento es la conclusión presentada por el equipo 3:

“En conclusión, pudimos crear hierro siguiendo el procedimiento de la práctica, llegamos al resultado que esperamos, aunque durante la practica cometimos algunos errores y tuvimos que repetir el procedimiento, pero al repetirlo lo pudimos lograr al aplicar de mejor manera lo visto en clase por lo que podemos decir que aprendimos de nuestros errores.

Esta práctica nos sirvió de apoyo para reforzar nuestro aprendizaje acerca de la lectura que abordamos en clase, la isla misteriosa de Julio Verne, que nos sirvió de apoyo para poder lograr nuestro aprendizaje acerca de esta unidad, por lo que pudimos lograr un mayor aprendizaje practico y teórico.”

De acuerdo con la rúbrica de la tabla 6, su conclusión no cumple con las características que se muestran en ella. Porque no se exponen los resultados obtenidos, ni se justifica porque se repitió el experimento y, uno de los puntos más importantes a evaluar, no se hace mención sobre los diferentes métodos usados para la reducción del hierro.

La importancia de mencionar los dos métodos usados era hacer una comparación entre estos y poder determinar cuál era el más eficiente para la reducción del hierro. Encontrarán las dos principales características, las condiciones y los reactivos. Qué se quiere decir con esto, las temperaturas que se utilizaron para la obtención. Por un lado, se tenía la llama del mechero que alcanza una temperatura entre los 1000–1500 °C, mientras que en el horno se había colocado a 800 °C.

Para llevar a cabo la reacción, era necesario una fuente en oxígeno que se tenía con el del ambiente al momento de realizar el experimento directamente a la flama

del mechero, pero que se carecía dentro del horno ya que se tenía un ambiente semi cerrado y no permitía la entrada de oxígeno a nuestro sistema.

La descripción de los fenómenos y los experimentos se ubican en diferentes niveles ontológicos que la hipótesis o la interpretación de las observaciones, que son etapas necesarias para construir modelos e imágenes mentales, preliminares a la construcción del significado (Corni, Gilberti y Mariani, 2010).

3.5. Reescribiendo la Isla Misteriosa

La actividad 5 consiste en la elaboración de una narrativa en donde el alumno, ahora, relate el proceso de obtención de cobre para la elaboración de un alambique. En esta tarea se debe de abordar los siguientes aspectos:

- Minerales de cobre (características físicas).
- Proceso de obtención.
- Reacciones involucradas en estos procesos.

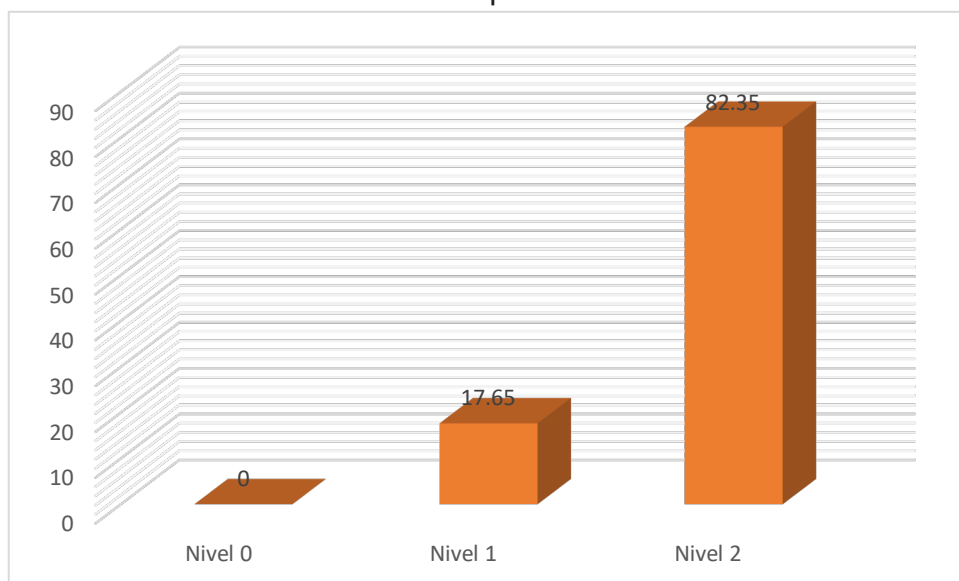


Gráfico 8. Elaboración de narrativa

En el gráfico 8 se representa el porcentaje de alumnos que alcanzaron los diferentes niveles de acuerdo con la puntuación obtenida en la narrativa que presentaron. Se puede observar no hay ningún alumno que se encuentre en el nivel 0.

Esto nos indica que el 17.65% de los alumnos que se encuentran en el nivel 1 lograron mencionar algún mineral de cobre para la obtención de dicho metal,

nombrar el proceso de obtención de cobre, pero no entra en detalles. Menciona las reacciones involucradas, pero no se relacionan con el texto y no hace uso de la narrativa para contar el proceso de obtención de hierro o hace uso de la narrativa, pero no hace uso de los elementos enlistados.

El porcentaje de alumnos que se encuentran en el nivel 2 es mayor, con un 83.35% de ellos. En esta categoría deben identificar y poder plasmar los elementos establecidos en la tabla 7

A continuación, se presentan algunas de las narrativas elaboradas por los alumnos.

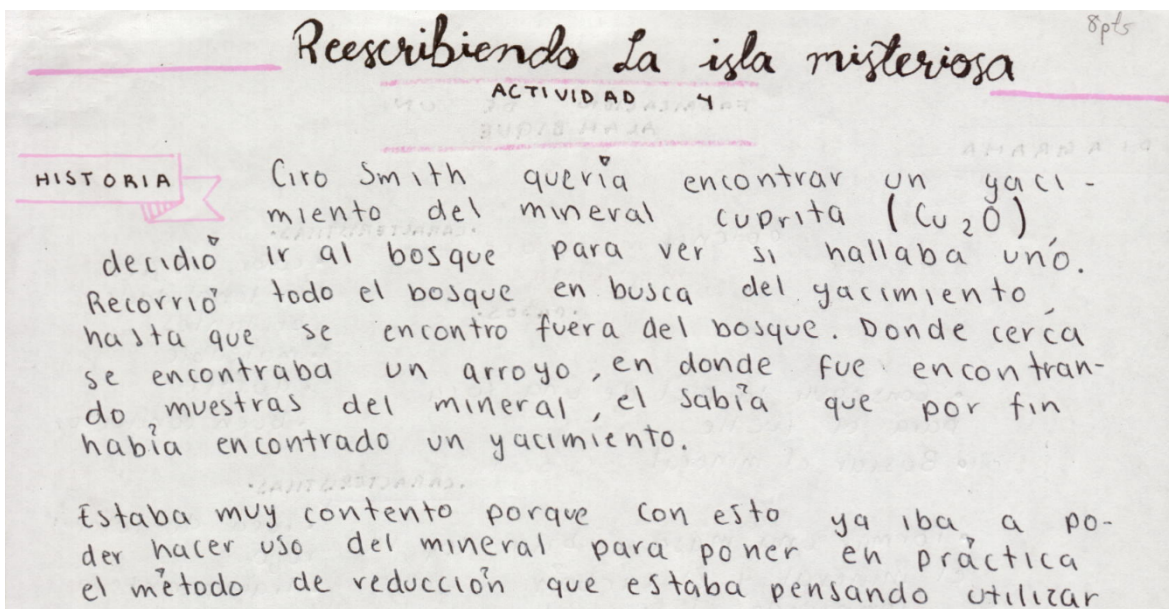


Imagen 8. Fragmento de una narrativa

En la imagen 8 se presenta un fragmento tomado de la actividad 4 “Reescribiendo la isla misteriosa”, donde el alumno identifica el mineral de cobre a utilizar el cual es “cuprita (Cu₂O)”

Citrus tiene que idear un plan para obtener este mineral y de él, el cobre, llegando a su plan A y el único hasta el momento que era utilizar el método de la vía seca, el cual es básicamente triturar el mineral hasta reducirlo en polvito, después se introduce en un pequeño, bueno grande, grande recipiente con mucha, mucha agua, en la cual hay que mover mucho o sea agitar para eliminar toda la fea ganga que flota, después de esto se eleva a grandes temperaturas para eliminar el hierro presente, y seguimos con las super temperaturas y ya al último se somete el líquido a otro proceso y así lo logran. Ya teniendo el cobre solo tenían que formar el alambigue y ya con el destilar el alcohol y hacer muy feliz al señor Gorreón y con esto darle la mejor fiesta de su vida.

Imagen 9. Fragmento de narrativa

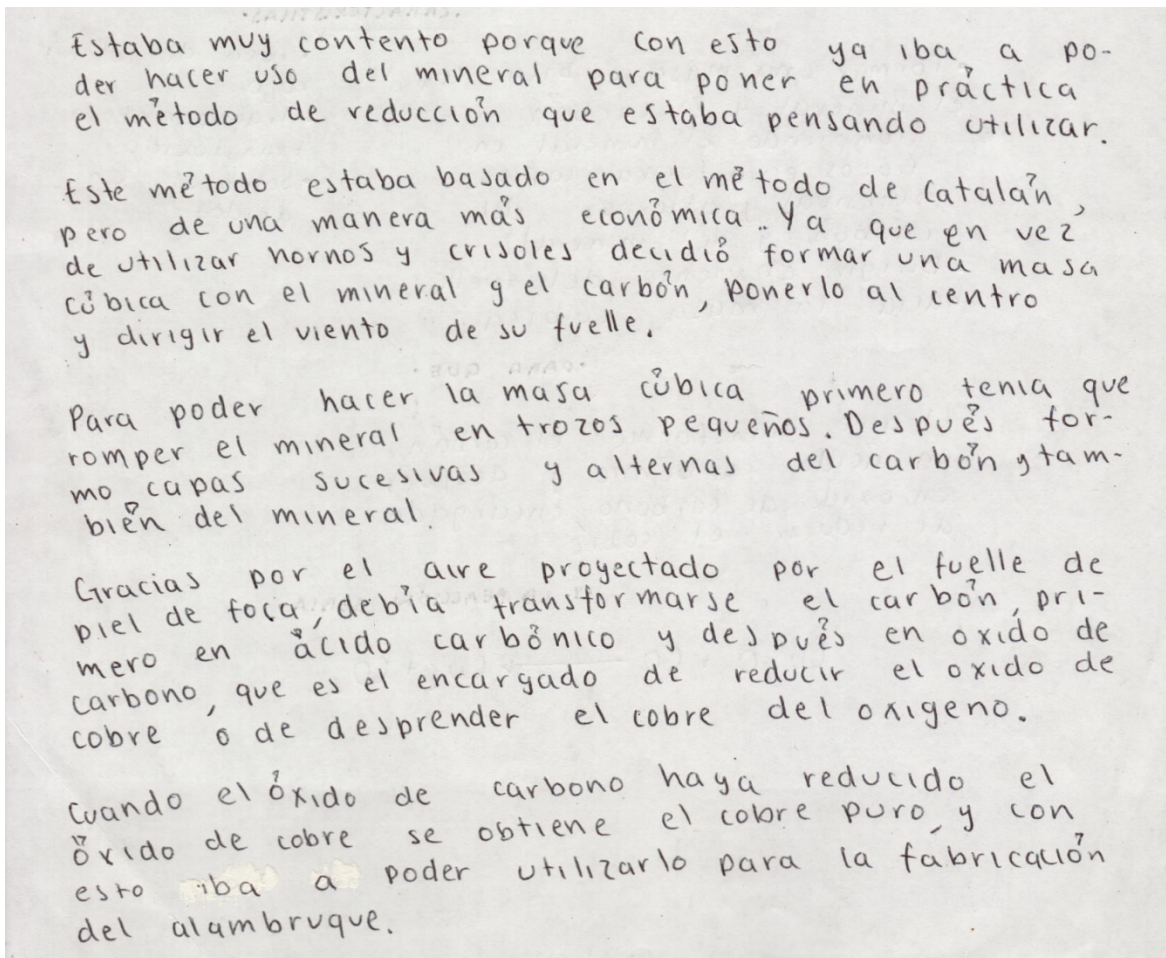
En la imagen 9 se presenta el proceso utilizado por los personajes para la obtención del cobre, en este caso se opta por el método de la vía seca. Presenta los puntos más importantes:

- Trituración del mineral
- Colocarlo en un recipiente con agua
- Someterlo a agitación
- Elevarlo a temperaturas altas
- Hasta la obtención del cobre fundido

De acuerdo con la rúbrica presentada en la tabla 7, este análisis cumple con los rubros a evaluar ya que hace una explicación detallada del método usado y hace uso de la narrativa para presentarlo, cumpliendo con el último rubro que se presenta en la herramienta de evaluación. Pero no hace mención de las reacciones

involucradas para que se lleve a cabo las reacciones de reducción de cobre. Dentro de los aprendizajes que se plantean cubrir con esta secuencia de actividades son:

- Reducción



Estaba muy contento porque con esto ya iba a poder hacer uso del mineral para poner en práctica el método de reducción que estaba pensando utilizar.

Este método estaba basado en el método de catalán, pero de una manera más económica. Ya que en vez de utilizar hornos y crisoles decidió formar una masa cúbica con el mineral y el carbón, ponerlo al centro y dirigir el viento de su fuelle.

Para poder hacer la masa cúbica primero tenía que romper el mineral en trozos pequeños. Después formo capas sucesivas y alternas del carbón y también del mineral.

Gracias por el aire proyectado por el fuelle de piel de foca, debía transformarse el carbón, primero en ácido carbónico y después en óxido de carbono, que es el encargado de reducir el óxido de cobre o de desprender el cobre del oxígeno.

Cuando el óxido de carbono haya reducido el óxido de cobre se obtiene el cobre puro, y con esto iba a poder utilizarlo para la fabricación del alambrique.

Imagen 10. Fragmento de narrativa.

En la imagen 10 se menciona las reacciones involucradas para el método que sugiere el alumno, en este caso es el "catalán" anteriormente usado por los personajes para la obtención de hierro. Habla sobre el uso del fuelle para la transformación de carbón en ácido carbónico para concluir en monóxido de carbono y éste pueda ser utilizado para la reducción del óxido de cobre mediante la reducción del cobre.

Es importante mencionar que el alumno logra identificar la reducción, ya que en otros trabajos presentados ésta es omitida y no cobra demasiada importancia para ninguno de ellos.

Conclusiones

Los resultados de la presente investigación muestran que la integración de literatura de ciencia ficción con el enfoque de indagación es una estrategia útil para el aprendizaje de las ciencias (química). Porque en las actividades diseñadas, a lo largo de la estrategia presentada, se abordan diferentes tipos de tareas en las cuales se promueven las habilidades de pensamiento científico.

Esto implica que es posible diseñar secuencias de enseñanza–aprendizaje eligiendo las lecturas adecuadas a la asignatura y al nivel de estudios. Es importante remarcar que la selección del texto de ciencia ficción es fundamental para lograr un aprendizaje significativo. En el caso particular de este trabajo fue idóneo usar el libro de la *Isla misterios* de Julio Verne, ya que este texto expone el tema de la reducción de los metales de forma clara y con ejemplificaciones, mismo que se presenta en el temario de Química III del Colegio de Ciencias y Humanidades.

Julio Verne presenta una exposición minuciosa del proceso de reducción de metales y aunque no hace uso de analogías, como se caracteriza los textos de ciencia ficción, sí ejemplifica la situación a través de un problema que es necesario resolver para sobrevivir dentro de la isla y en algún momento poder salir de ella (enfoque indagación guiada).

La contextualización del método de obtención de hierro que se presenta es muy valiosa ya que permite que los estudiantes puedan diseñar un experimento sobre la reducción de un metal, buscando semejanzas entre los materiales del laboratorio con los utensilios de los naufragos: es decir, hacer uso de analogías.

Los resultados de la implementación de esta estrategia indican que el uso de trabajos prácticos dentro de las asignaturas experimentales es útil para que los estudiantes comprendan la naturaleza de la ciencia, pues permite que se pongan en el lugar de los científicos y elaboren un diseño experimental, lo ejecuten y posterior a ello evalúen los datos obtenidos. Con ello, pueden emitir una conclusión haciendo uso de los resultados obtenidos y evaluar si el camino que siguieron es el adecuado para llegar a la solución que se había pensado. Es decir, permite que los

estudiantes hagan uso de las habilidades desarrolladas propuestas por la indagación científica ante una situación atrayente para ellos.

Asimismo, una de las principales aportaciones de este trabajo de investigación es el diseño de las actividades y la planeación de las rúbricas de evaluación. El material diseñado para la medición del puntaje obtenido por cada uno de los alumnos en las diferentes etapas de la secuencia brinda una herramienta para observar su desenvolvimiento y dificultades presentadas, por lo que pueden ser útiles en la implementación y evaluación de estrategias didácticas para futuras investigaciones.

El diseño de actividades con un enfoque de indagación permite que los alumnos conozcan cómo piensan los científicos y las estrategias que siguen para la resolución de un problema desde otra perspectiva, ya que se da a conocer la naturaleza de la ciencia y permite comprender cómo se construye desde otras propuestas, dejando a un lado la visión errónea de que sus descubrimientos son aislados.

Retomando la idea de Gordon (1990) de *manos a la obra*, la indagación vuelve la actividad de aprendizaje enriquecedora porque los alumnos ven cómo lo que construyen se vuelve realidad y todo se torna tangible y, no sólo ello, la ciencia se humaniza y también permite una apropiación del conocimiento.

Además, se comprobó que el utilizar la ciencia ficción como recurso de enseñanza permite no solamente atraer la atención de los alumnos por el tema abordado, sino que también favorece su acercamiento a los modelos de la ciencia que se presentan de una forma más estricta, dogmática, fría y distante.

La ciencia ficción se vuelve un detonador para esta estrategia, porque tiene una riqueza de elementos para ser usados en el aula. Específicamente con “La Isla Misteriosa”, se torna una guía para el tema de obtención de metales debido a que hace una ejemplificación perfecta sobre la obtención del hierro mediante la reducción del mineral. En el texto de Verne, los conocimientos de Cyrus Smith se vuelven una luz al final del camino para los náufragos y, ahora, también para los profesores, pues podemos decir que brinda una excelente herramienta para la elaboración de material educativo innovador.

Asimismo, la integración de textos literarios en la enseñanza de la ciencia es útil para mitigar la brecha entre las ciencias *duras* y las bellas artes, que tal como menciona C.P. Snow en la problemática de *las dos culturas* (1959), los modelos actuales nos han obligado a mantener distanciados estos saberes.

Ya diversos autores lo han mencionado y en este trabajo se reafirma esta tesis sobre la riqueza de las narrativas para ser usadas en el área de ciencias. A este respecto, Bruner expuso en su libro *realidad mental y mundos posibles* (1986) que una de las formas en las cuales aprendemos es a través de contar historias, ya que ésta es la forma más antigua que se conoce. Por ello es importante retomar esta tradición de contar historias para la explicación de temas científicos, por ejemplo, como lo hizo Calvino con su libro *Los cristales* (1985) donde él habla del concepto de entropía.

Mediante el uso de estos textos se busca fomentar la alfabetización científica, la cual resulta relevante porque se quiere tener una sociedad mejor preparada para la toma de decisiones; De tal forma que, los estudiantes sean capaces de interpretar una lectura científica.

Así, el presente trabajo es útil para promover el aprendizaje de la ciencia con contenidos relevantes para los estudiantes, de manera que sean capaces de leer y comprender la ciencia desde diferentes perspectivas que contribuyan a analizar sus implicaciones, los usos, crear un análisis crítico, e incluso que puedan crear y comunicar sus resultados. También es útil para que los estudiantes entiendan las implicaciones de la química en su vida cotidiana de manera integrada con la cultura y la sociedad.

Esto a su vez puede permitir que entiendan las controversias políticas en torno a la ciencia y la tecnología y que se formen como ciudadanos que sean capaces de involucrarse en ellas y participar de manera informada y activa, con lo que se busca desencadenar un proceso de transformación de la enseñanza de la ciencia y, con ello, un cambio en la sociedad.

Aunque este trabajo no es concluyente sobre la mejora en la comprensión lectora de los alumnos, sí permite conocer las características que estos tienen. Conocer

estas particularidades ofrece la oportunidad de desarrollar estrategias que ayuden a mitigarlas, por ejemplo, a través del uso de textos de corte científico que son útiles para promover y facilitar esta comprensión, mediante ejercicios de lectura acompañados de diferentes herramientas que contribuyan a desarrollar sus habilidades.

Bibliografía.

- Asimov, I. (1992). Cuentos completos. Barcelona: Bruguera.
- Assis y Teixeira (2009). Argumentações discentes e docente envolvendo aspectos ambientais em sala de aula: uma análise. *Ciência & Educação* (Bauru), 15 (1), 47–60.
- Avraamidou, L. y Osborne, J. (2009) The Role of Narrative in Communicating Science, *International Journal of Science Education*, 31(12), 1683–1707.
- Bruner, J. (1986). Actual minds possible worlds. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Bruner, J. (1997). La educación, Puerta de la cultura. Madrid: Machado Grupo de Distribución.
- Bybee, R. y Mccrae, B. (2011). “Scientific Literacy and Student Attitudes: Perspectives from PISA 2006 science,” *International Journal Science Education*, 331(1), 7–26.
- Cassany, C. (2006). Rere les línies. Sobre la lectura contemporánea. Biblioteca universal Empúries.
- Charalambos, V., Avraamidou, L., Theodoridou, K., Themistokleous, S. y Panaou, P. (2015). Science Fiction in Education: case studies from classroom implementations. *Educational Media International*, 52(3), 1–15.
- Chatman, S. (1979). Story and Discourse: Narrative Structure in Fiction and Film. Estados Unidos: Cornell University Press.
- DeBoer, G. (2000). “Scientific literacy: another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform,” *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 582–601.
- Enfield, M. (2007). Could that really happen? Elementary inquiry around informational and narrative texts. Annual Meeting of the national association for research on science teaching. New Orleans.
- Egan, K. (1986). Teaching as storytelling. An alternative approach to teaching and curriculum in the elementary school. Chicago: University of Chicago Press.
- Gattégno, J. (1986). La Ciencia ficción. México: Fondo de cultura economica.
- Gilbert, J. Hipkins, R. y Cooper, G. (2005). Faction or fiction: Using narrative pedagogy in school science education. Singapore: Nanyang University Institute of Education.
- Gough, N. (1993). Environmental education, narrative complexity and postmodern science/fiction. *International Journal of Science Education* (15), 5, 607–625.

- Griffiths, M. (2004). Broad horizons—SETI, SF and education. *International Journal of Astrobiology* 3 (2), 175–181.
- Hodson, D. (2011). Towards scientific literacy, Sense Publishers. Rotterdam, The Netherlands.
- Lemke, J. (1990). Talking science: Language, learning, and values. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation
- Liberman, D. (2016). ¿Narrar la ciencia? Recuperado el 15 de marzo de 2019 de <https://www.unicen.edu.ar/> ¿narrar-la-ciencia
- Manku, G. (1988). Principios de química inorgánica. México: McGraw–Hill/Interamericana de México.
- Negrete, A. y Lartigue C. (2004). Learning from Education to Communicate Science as a Good Story. *Endevour*, 28 (3).
- Norris, S. y Phillips, L. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*. 87 (2), 224–240
- Quilez, J., Lorente, S., Sendra, F. y Enciso, E. (2009). Afinidad (Química). Valencia, España: ECIR.
- Ratcliffe, M. & Grace M. (2003). *Science Education for Citizenship*. Open University Press, UK
- Reyes Calderón, J.R. (2006). Teoría y didáctica del género ciencia ficción. Colombia: Magisterio.
- Ricoeur, P. (1981). Narrative time. In W. J. T. Mitchell (Ed.), *On narrative* (pp. 165–186). Chicago, IL: Chicago University Press.
- Rodríguez–Bassó, S; Rosado–Veloz, R. y Ramírez –Martínez, M. (2009). Las dos culturas de C.P. Snow. Un acercamiento crítico desde el oficio del antropólogo. *Ra Ximhai*, 5 (3), 347–355.
- Russ, J. (1995). *To write like a woman*. Indiana University Press.
- Sarda, A., Márquez, C. y Sanmartí, N.. (2006). Cómo promover distintos niveles de lectura de los textos de ciencias en los textos de ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5 (2), 290 – 303.
- Shert, K.G.; Schroeder, J.; Laird, J.; Kauffman, G.; Ferguson, M.J. y Crawford, K.M.,(1999), *El aprendizaje a través de la indagación*. Barcelona, España: Ed. Gedisa.
- Zamorano, R., Moro, L., Gibbs, H. (2011). Aproximación didáctica a la termodinámica con los modelos y literatura de ciencia ficción. *Ciencia & Educación*, 17, 401–419.

Wilson, J. y Chalmers–Neubauer, I. (1988). Reading Strategies for improving student work in the chem lab. *Journal of Chemical Education*, 65 (11), 996–99.

Anexos

Anexo 1. Capítulo XV–Isla Misteriosa

15. *Se convierten en metalúrgicos*

Al día siguiente, 17 de abril, las primeras palabras del marino fueron para preguntar a Gedeón Spilett:

-Y bien, ¿qué vamos a hacer hoy?

-Lo que quiera el señor Ciro -contestó el corresponsal.

Los compañeros del ingeniero habían sido hasta entonces alfareros y en adelante iban a ser metalúrgicos.

La víspera, después del almuerzo, se había llevado a cabo la exploración hasta la punta del cabo Mandíbula, distante unas siete millas de las Chimeneas. Allí concluía la extraña serie de dunas y el suelo tomaba un aspecto volcánico. No se veían altas murallas como en la meseta de la Gran Vista, sino un bordado extraño y caprichoso, que formaba el marco de aquel estrecho golfo comprendido entre dos cabos y el compuesto de materias minerales vomitadas por el volcán. Los colonos, al llegar a aquella punta, habían retrocedido, y al caer la noche entraban de regreso en las Chimeneas; pero no se entregaron al sueño hasta que estuvo resuelta definitivamente la cuestión de si debían abandonar la isla de Lincoln o permanecer en ella.

Era una distancia considerable, 1.200 millas separaban la isla del archipiélago de las Pomotú. Una canoa no habría sido suficiente para atravesar, sobre todo al acercarse la mala estación; así lo declaró Pencroff. Ahora bien, construir una canoa, aun teniendo los útiles necesarios, era una obra difícil y, careciendo de herramientas, era preciso comenzar por hacer martillos, hachas, azuelas, sierras, barrenas, cepillos, etc., lo que exigía bastante tiempo. Se decidió, pues, invernar en la isla de Lincoln y buscar una morada más cómoda que las Chimeneas para pasar en ella los meses de invierno.

Ante todo se trataba de utilizar el mineral de hierro, del cual el ingeniero había observado algunos yacimientos en la parte nordeste de la isla, y de convertir aquel mineral en hierro o en acero.

El suelo no contiene generalmente los metales en estado de pureza; en

su mayor parte se hallan combinados con el oxígeno o con el azufre. Precisamente las dos muestras recogidas por Ciro Smith eran una de hierro magnético no carbonatado, y la otra de pirita o sulfuro de hierro. El primero, o sea óxido de hierro, había que reducirlo por medio del carbón, es decir, desembarazarlo del oxígeno para utilizarlo en estado de pureza. Esta reducción debía hacerse sometiendo el mineral mezclado con carbón a una alta temperatura, ya por el *método catalán*, rápido y fácil, que tiene la ventaja de transformar directamente el mineral en hierro con una sola operación, bien por el método de los altos hornos, que cambia primero el mineral en fusión y después la fusión en hierro, quitándole el tres o cuatro por ciento de carbón, que se ha combinado con ella.

Ahora bien, ¿qué necesitaba Ciro Smith? Hierro y no fundición, y debía buscar el método más rápido de reducirlo. Por lo demás, el mineral que había recogido era por sí mismo muy puro y rico, o sea ese mineral oxidulado, que, hallándose en masas confusas de un color gris oscuro, da un polvo negro, se cristaliza en octaedros regulares, produce los imanes naturales y sirve en Europa para elaborar esos hierros de primera calidad que tan abundantemente producen Suecia y Noruega. No lejos de aquel yacimiento se hallaba otro de carbón de piedra ya explorado por los colonos. De aquí la facilidad para el tratamiento del mineral, pues estaban cerca de los elementos de fabricación. Esto es lo que constituye también la prodigiosa riqueza de las explotaciones del Reino Unido, donde la hulla sirve para hacer el metal extraído del mismo suelo y al mismo tiempo que ella.

-¿Así, pues, señor Ciro -dijo Pencroff-, vamos a trabajar mineral de hierro?

-Sí, amigo mío -contestó el ingeniero-, y para eso, si a usted no le parece mal, comenzaremos a cazar focas en el islote.

-¿A cazar focas! -exclamó el marino volviéndose hacia Gedeón Spilett-. ¿Necesitamos focas para fabricar hierro?

-Cuando lo dice el señor Ciro... -contestó el corresponsal.

El ingeniero había salido ya de las Chimeneas y Pencroff se preparó para la caza de las focas, sin haber obtenido más explicaciones.

En breve, Ciro Smith, Gedeón Spilett, Harbert, Nab y el marino se hallaron reunidos en la playa en el punto en que el canal dejaba un estrecho paso vadeable en la baja marea. La marea estaba en lo más bajo del reflujo, y los cazadores pudieron atravesar el canal sin mojarse por encima de las rodillas.

Ciro Smith ponía por primera vez el pie en el islote, y su compañeros, por la segunda, pues allí el globo los había arrojado.

Al desembarcar, algunos centenares de pájaros bobos les dirigieron sus cándidas miradas. Los colonos, armados de garrotes, habrían podido exterminarlos fácilmente, pero no pensaron en entregarse a aquella matanza doblemente inútil, porque importaba no asustar a los anfibios echados sobre la arena a poca distancia. Respetaron también varios

somorgujos muy inocentes, cuyas alas reducidas a muñones se achataban en forma de aletas guarnecidas de plumas de apariencia escamosa.

Los colonos se adelantaron con prudencia hasta la punta norte, marchando por un suelo acribillado de hoyos, que formaban otros tantos nidos de aves acuáticas. Hacia el extremo del islote aparecían grandes puntos negros, que nadaban a flor de agua, semejantes a puntas de escollo en movimiento. Eran los anfibios que se trataba de capturar. Había que cazarlos en tierra, porque las focas, con su vientre estrecho, su pelo corto y apretado, su figura fusiforme y su disposición excelente para nadar, son difíciles de pescar en el mar, mientras que en el suelo sus pies cortos y palmeados no les permiten sino un movimiento de reptil muy pesado.

Pencroff conocía las costumbres de estos anfibios y aconsejó esperar a que se hubieran tendido en la arena a los rayos del sol, que no tardarían en hacerles dormir profundamente. Entonces convendría maniobrar de manera que se les cortara la retirada, teniendo cuidado de dirigir los golpes a las fosas nasales.

Los cazadores se escondieron detrás de las rocas del litoral y esperaron en silencio. Transcurrió una hora antes que las focas vinieran a solazarse por la arena. Había media docena; Pencroff y Harbert salieron entonces para doblar la punta del islote, tomarles la playa y cortarles la retirada, mientras Ciro Smith, Gedeon Spilett y Nab, trepando por las rocas, se dirigían hacia el futuro teatro del combate. De improviso el marino se irguió lanzando un grito. El ingeniero y sus dos compañeros se precipitaron entre el mar y las focas. Dos de aquellos animales quedaron muertos en la arena a fuerza de varios golpes vigorosos, pero los demás pudieron llegar al mar y tomar el lago.

-Aquí están las focas pedidas, señor Ciro -dijo el marino adelantándose hacia el ingeniero.

-Bien -contestó Ciro Smith-. Haremos de ellas fuelles de fragua.

-¡Fuelles de fragua! -exclamó Pencroff-; ¡vaya unas focas afortunadas!

En efecto, era una máquina para soplar lo que necesitaba el ingeniero para el tratamiento del mineral, y pensaba fabricarla con la piel de aquellos anfibios.

Su longitud era mediana; no pasaban de seis pies y tenían la cabeza semejante a la de un perro.

Como era inútil cargarse con un peso tan considerable como el de aquellos animales, Nab y Pencroff resolvieron desollarlos en el mismo sitio, mientras Ciro y el corresponsal acababan de explorar el islote.

El marino y el negro ejecutaron diestramente su operación y, tres horas después, Ciro Smith tenía a su disposición dos pieles de foca, que decidió utilizar en aquel estado, sin curtirlas.

Los colonos tuvieron que esperar la baja marea, y después atravesaron el canal de regreso a las Chimeneas.

Costó trabajo sujetar aquellas pieles a marcos de madera destinados a

mantenerlas tendidas y coserlas después por medio de fibras, para que pudiesen tomar aire sin dejarlo escapar. Hubo que realizar la operación muchas veces. Ciro Smith no tenía a su disposición más que las dos hojas de acero, procedentes del collar de *Top*, y sin embargo fue tan diestro y sus compañeros le ayudaron con tanta inteligencia, que tres días después los útiles de la pequeña colonia se habían aumentado con un gran fuelle, destinado a inyectar el aire en el mineral, cuando fuese tratado por el calor, condición indispensable para el buen éxito de la operación.

El 20 de abril por la mañana comenzó el *período metalúrgico*, como le llamaba el corresponsal en sus notas. El ingeniero, como hemos dicho, estaba decidido a operar en el yacimiento mismo del carbón y del mineral. Ahora bien, según sus observaciones, estos dos yacimientos estaban situados al pie de los contrafuertes del nordeste del monte Franklin, es decir, a una distancia de seis millas; por consiguiente no había que pensar en volver todos los días a las Chimeneas, y se convino en que la colonia acamparía bajo una choza de ramas de árbol a fin de seguir noche y día la importante operación.

Aprobado el proyecto, se pusieron en marcha al rayar el día. Nab y Pencroff llevaban en unas parihuelas el fuelle y cierta cantidad de provisiones vegetales y animales, que además podían renovarse por el camino.

Entraron por los bosques del Jacamar, atravesándolos oblicuamente del sudeste al noroeste y en su parte más espesa. Hubo que abrir una senda, que debía formar en adelante la arteria más interesante entre la meseta de la Gran Vista y el monte Franklin. Los árboles, pertenecientes a las especies ya conocidas, eran magníficos. Harbert señaló otros nuevos, entre ellos varios dragos que Pencroff calificó de *pueros presuntuosos*, porque, a pesar de su altura, eran de la misma familia de las liliáceas, a la que pertenecen la cebolla, la cebolleta y el chalote o el espárrago. Como estos dragos podían dar raíces lechosas, que, cocidas, son excelentes y, sometidas a cierta fermentación, producen un licor muy agradable, hicieron bastante provisión de ellos.

El camino a través del bosque fue largo y duró el día entero, pero permitió a los exploradores observar la fauna y la flora. *Top*, encargado especialmente de la fauna, corría entre las hierbas y la espesura levantando indistintamente toda especie de caza. Harbert y Gedeón Spilett mataron dos canguros a flechazos y además un animal que se parecía mucho a un erizo y a un oso hormiguero; al primero, porque se hacía bola y erizaba sus púas; y al segundo, porque tenía uñas cavadoras, un hocico largo y delgado, que terminaba en pico de ave, y una lengua extensible guarnecida de espinas, que le servía para sujetar los insectos.

-¿Y a qué se parecerá cuando esté en la olla? -preguntó Pencroff con soma.

-A excelente carne de vaca -contestó Harbert.

-No podemos pedirle más -añadió el marino.

Durante esta excursión vieron algunos jabalies, que no trataron de atacar la caravana; y no parecía que debiera temerse al encuentro de fieras en una espesura, cuando de improviso el corresponsal creyó ver a pocos pasos, entre las ramas de un árbol, un animal parecido a un oso y se puso a copiarlo tranquilamente a lápiz. Por fortuna para Spilett, el animal no pertenecía a esa temible familia de los plantigrados. Era tan sólo un *koula*, más conocido por el nombre de *perezoso*, que tenía el tamaño de un perro grande, el pelo erizado y de color pardo sucio, y las patas armadas de fuertes garras, lo que le permitía trepar a los árboles para alimentarse de hojas. Averiguada la identidad del animal, al cual no se trató de molestar en su ocupación, Gedeón Spilett borró la palabra oso del pie de su apunte, puso en su lugar *koula*, y continuó su camino.

A las cinco de la tarde, Ciro Smith daba la señal de alto. Se encontraban fuera del bosque, al pie de aquellos poderosos contrafuertes que apuntalaban el monte Franklin hacia el este. A pocos centenares de pasos corría el arroyo Rojo y por consiguiente el agua potable no estaba lejos.

Organizó inmediatamente el campamento y, en menos de una hora, al extremo del bosque, entre los árboles, se levantó una cabaña de ramas mezcladas de bejucos y recubiertas de tierra gredosa, que ofrecía un abrigo suficiente. Dejaron para el día siguiente las investigaciones geológicas; se preparó la cena, se encendió un buen fuego delante de la cabaña, se dio vuelta al asador y, a las ocho, mientras uno de los colonos velaba para alimentar la hoguera por si algún animal peligroso vagaba por los alrededores, los demás dormían con sueño tranquilo.

Al día siguiente, 24 de abril, Ciro Smith, acompañado de Harbert, fue a buscar los terrenos de formación antigua, donde había ya encontrado muestras de mineral. Halló el yacimiento a flor de tierra, casi en la fuente misma del arroyo, al pie de la base lateral de uno de los contrafuertes del nordeste. Aquel mineral, muy rico en hierro, contenido en su ganga fusible, convenía perfectamente al método de reducción que el ingeniero pensaba emplear, es decir, el método catalán, pero simplificado, como se usa en Córcega.

En efecto, el método catalán propiamente dicho exige la construcción de hornos y crisoles, en los cuales el mineral y el carbón, colocados en capas alternas, se transformen y reduzcan. Pero Ciro Smith quería economizar hornos y crisoles y formar con el mineral y el carbón una masa cúbica, al centro de la cual se dirigía el viento de su fuelle. Este era sin duda el procedimiento que emplearon Tubalcaín y los primeros metalúrgicos del mundo habitado. Ahora bien, lo que había dado buenos resultados a los nietos de Adán y los daba todavía en los países ricos en mineral y en combustible, no podía menos de darlo en las circunstancias en que se encontraban los colonos de la isla de Lincoln.

Se recogió también la hulla como el mineral sin trabajo y casi en

superficie. Primeramente se rompió el mineral en pequeños trozos, quitándole con la mano las impurezas que manchaban su superficie. Después con el carbón y el mineral formaron un montón de capas sucesivas y alternas, como hace el carbonero con la leña que quiere carbonizar. De esta manera, bajo la influencia del aire proyectado por el fuelle, debía el carbón transformarse, primero, en ácido carbónico y, después, en óxido de carbono, encargado de reducir en óxido de hierro o, lo que es lo mismo, de desprender el hierro del oxígeno.

Así, pues, el ingeniero procedió a la operación. El fuelle de piel de foca, provisto en su extremo de un tubo de tierra refractaria, fabricado antes en el horno de la vajilla, fue colocado encima del montón de mineral; movido por un mecanismo, cuyos órganos consistían en bastidores, cuerdas de fibras y contrapesos, lanzó sobre la masa de hierro y carbón una profusión de aire que, elevando la temperatura, concurre también a la transformación química que debía producir hierro puro.

La operación fue difícil. Necesitó toda la paciencia y todo el ingenio de los colonos para llevarla a buen término; pero salió bien y el resultado definitivo fue una masa de hierro reducida al estado de esponja, que fue preciso cimbrar y machacar, es decir, forjar para quitarle la ganga líquida que contenía. Aquellos herreros improvisados carecían de martillo; pero lo mismo había sucedido al primer metalúrgico e hicieron lo que éste tuvo naturalmente que hacer.

Pusieron a la primera masa un palo a guisa de mango y sirvió para forjar la segunda en un yunque de granito, con lo cual se llegó a obtener un metal burdo, pero arcilloso.

Al fin, después de muchos esfuerzos y fatigas, el 25 de abril se habían forjado varias barras de hierro, que se transformaron en herramientas, pinzas, tenazas, picos, azadones, etc., que Pencroff y Nab declararon ser verdaderas joyas.

Pero aquel metal no podía prestar grandes servicios en estado de hierro puro, sino principalmente en estado de acero.

El acero es una combinación de hierro y carbón, que se saca o de la fundición, quitando a ésta el exceso de carbón, o del hierro, añadiendo a éste el carbón que le falta. El primero, obtenido por la descarburación en la fundición, da el acero natural o refinado; el segundo, producido por la carburación del hierro, da el acero de cementación.

Este último era el que buscaba Ciro Smith con preferencia, puesto que poseía el hierro en estado puro; y consiguió fabricarlo, calentando el metal con carbón en polvo, en un crisol hecho de tierra refractaria.

Después, dado que el acero así elaborado es maleable tanto en caliente como en frío, pudo ser trabajado mediante el martillo. Nab y Pencroff, hábilmente dirigidos, hicieron hierros de hacha, los cuales, calentados hasta el rojo y sumergidos después inmediatamente en agua fría, adquirieron excelente temple.

De aquella fragua salieron otros instrumentos burdamente fabricados,

El error posible que se atribuía a la observación era, como se ve, de cinco grados en los dos sentidos, que a 60 millas por grado podía dar un error de 300 millas en latitud o en longitud para el cálculo exacto.

Pero este error no debía influir en el partido que convenía tomar.

Era evidente que la isla de Lincoln se hallaba a tal distancia de toda tierra o archipiélago, que no era posible aventurarse a atravesar semejante distancia en una sencilla y frágil canoa. En efecto, los cálculos la situaban por lo menos a mil doscientas millas de Tahiti y de las islas del archipiélago de Pomotú, a más de mil ochocientas millas de Nueva Zelanda, y a más de cuatro mil quinientas de la costa americana.

Y cuando Ciro Smith consultaba su memoria, no recordaba en modo alguno una isla que ocupara en aquella parte del Pacífico la situación señalada a la isla de Lincoln.

15. *Se convierten en metalúrgicos*

Al día siguiente, 17 de abril, las primeras palabras del marino fueron para preguntar a Gedeón Spilett:

-Y bien, ¿qué vamos a hacer hoy?

-Lo que quiera el señor Ciro -contestó el corresponsal.

Los compañeros del ingeniero habían sido hasta entonces alfareros y en adelante iban a ser metalúrgicos.

La víspera, después del almuerzo, se había llevado a cabo la exploración hasta la punta del cabo Mandíbula, distante unas siete millas de las Chimeneas. Allí concluía la extraña serie de dunas y el suelo tomaba un aspecto volcánico. No se veían altas murallas como en la meseta de la Gran Vista, sino un bordado extraño y caprichoso, que formaba el marco de aquel estrecho golfo comprendido entre dos cabos y el compuesto de materias minerales vomitadas por el volcán. Los colonos, al llegar a aquella punta, habían retrocedido, y al caer la noche entraban de regreso en las Chimeneas; pero no se entregaron al sueño hasta que estuvo resuelta definitivamente la cuestión de si debían abandonar la isla de Lincoln o permanecer en ella.

Era una distancia considerable, 1.200 millas separaban la isla del archipiélago de las Pomotú. Una canoa no habría sido suficiente para atravesar, sobre todo al acercarse la mala estación; así lo declaró Pencroff. Ahora bien, construir una canoa, aun teniendo los útiles necesarios, era una obra difícil y, careciendo de herramientas, era preciso comenzar por hacer martillos, hachas, azuelas, sierras, barrenas, cepillos, etc., lo que exigía bastante tiempo. Se decidió, pues, invernar en la isla de Lincoln y buscar una morada más cómoda que las Chimeneas para pasar en ella los meses de invierno.

Ante todo se trataba de utilizar el mineral de hierro, del cual el ingeniero había observado algunos yacimientos en la parte nordeste de la isla, y de convertir aquel mineral en hierro o en acero.

El suelo no contiene generalmente los metales en estado de pureza; en

Anexo 2. Cuestionario la Isla Misteriosa

La Isla Misteriosa—Julio Verne (Capítulo XV)

Actividad extra-clase:

De forma individual lee con detalle el fragmento de “La isla misteriosa” y contesta las siguientes preguntas, para algunas necesitarás realizar una pequeña investigación en la literatura, no olvides escribir tus fuentes y verificar que son confiables: (es importante que leas y contestes porque es información que requieres para la siguiente clase)

Tras evadirse en globo de la Guerra de Secesión, cinco americanos, reunidos en torno al ingeniero Cyrus Smith, naufragan logrando llegar a una isla desierta. Los cinco protagonistas cuentan únicamente con su habilidad para sobrevivir. Sin embargo, en la isla se suceden fenómenos misteriosos que no consiguen explicarse.

- I. Describe brevemente de qué trata la lectura y cuál es el problema que intentan resolver los personajes.
- II. Elabora un diagrama de flujo con la serie de pasos que utilizaron los personajes para resolver el problema.
- III. ¿Qué minerales se utilizan como materia prima para la obtención de hierro? Investiga sus fórmulas y sus características físicas. Compara estas últimas con la descripción que se hace en la lectura.
- IV. Escribe las ecuaciones que representen a las reacciones químicas llevadas a cabo en la obtención del hierro, a partir de los minerales.
- V. ¿Qué tipo de reacciones suceden?
- VI. ¿Qué usos se le da al carbón mineral en la minería?
- VII. ¿Qué es la hulla y en qué se utiliza?
- VIII. ¿Qué son los fuelles de fragua? ¿Para qué crees que se utilicen? (argumenta tu respuesta).
- IX. Investiga lo que es la ganga.
- X. Escribe con tus palabras, de acuerdo con la lectura, en qué consiste el método catalán

- XI. Escribe lo que hizo Ciro Smith para obtener hierro y qué estrategia podría haber usado para identificarlo.
- XII. ¿A qué se refiere, en la lectura, con cimbrar y machacar?
- XIII. ¿Cómo se obtiene el acero?
- XIV. Explica el proceso de carburación y descarburación.

Anexo 3. Reconstruyendo los pasos de Cyrus Smith

En equipos de 4 personas van a construir dos diagramas de flujo, esto lo harán con ayuda del cuestionario que resolvieron previamente en casa.

1. El primero consiste en construir la secuencia de pasos que siguieron los naufragos para poder fabricar las herramientas hechas de hierro.
2. A partir de las reacciones planteadas en el texto construye un diagrama de flujo explicando para qué se usó cada aditamento o material, hasta llegar a la obtención del hierro metálico.

Anexo 4. ¿Cómo podemos obtener un metal a partir de un mineral?

Ustedes ya han leído un fragmento del libro “La isla misteriosa” de Jules Verne donde él nos habla sobre un método de obtención del hierro; ahora tendrán que replicar uno de los procesos utilizados por los náufragos para la producción de este metal.

A continuación, encontrarás una tabla con reactivos y materiales que ponemos a su disposición:

Reactivos y materiales de laboratorio	
FeO	Vidrio de reloj
Mechero de bunsen	Carbón en polvo
Crisoles	Balanza
Pinzas para crisoles	Espátula
Papel filtro	Mufla

Con la ayuda de tus compañeros de equipo realicen una propuesta experimental para la obtención de hierro a partir de su óxido correspondiente. Es necesario elaboren un diagrama de flujo para el diseño de su propuesta (pueden hacer uso de dibujos para su diseño).

Propuesta experimental de los alumnos:

Anexo 5. Formato para entrega de informe

Título

Nombre: Comenzando por apellidos

Resumen sobre la practica

Introducción (Conceptos previos abordados para poder entender el objetivo o finalidad de la practica)

Metodología (La sucesión de pasos que realizaron durante la práctica, apoyate de diagramas o dibujos para representar lo que realizaron)

Resultados (Presentación de datos en tablas, imágenes u otro recurso en donde pueda ser visualizado)

Conclusiones (Argumentar el porqué de los resultados obtenidos. Ej. Si yo no obtuve lo esperado explicar los motivos porque no salió lo que esperaba e indicar que tipo de modificaciones haría para obtener los resultados esperados).

Anexo 6. Reescribiendo la Isla Misteriosa

Imagina que ahora, tú eres Cyrus Smith de la isla misteriosa y quieres obtener cobre metálico para la fabricación de un alambique (Utensilio que sirve para destilar una sustancia volátil, compuesto fundamentalmente de un recipiente para calentar el líquido y de un conducto por el que sale la sustancia destilada.) ya que se requiere para la destilación de alcohol, esto con el motivo del cumpleaños de Gedeón a él le agradan mucho las bebidas espirituosas.

¿Qué es lo que tienes que hacer ahora?

- Escribir una historia en donde cuentes como es que Cyrus encontró los minerales que contenían cobre, así como el proceso que utilizo para la obtención del cobre metálico (apoyate del diagrama que construiste con tus compañeros de equipo).
- Debes elaborar un diagrama similar al que hiciste para la obtención de hierro, pero ahora para la obtención de cobre (NO OLVIDES COLOCAR TUS REFERENCIAS).
- La extensión de la historia no debe ser mayor a 2 cuartillas y lo mínimo es una cuartilla.
- Los puntos que debes tratar son los siguientes:
 - Minerales de cobre (características físicas).
 - Proceso de obtención.
 - Reacciones involucradas en estos procesos.
 - El escrito (2 cuartillas máximo).
 - Un diagrama.

Anexo 7. Secuencia didáctica

Química III. Unidad II. ¿Qué tipo de cambios físicos y químicos se encuentran involucrados en la obtención de metales?				
Aprendizaje	Temática	Actividades	Tiempo	Anexos A.
A3. Identifica los procesos de obtención de metales	<p>Procesos para la obtención de metales. (N2)</p> <p>Etapas que involucran cambios físicos y químicos para obtener un metal.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concentración del mineral. • Reducción. 	<p>Fase de Apertura</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El profesor les entrega la lectura del cap. XV (Anexo 1) de forma individual, junto con un cuestionario (Anexo 2) que deberán de entregar de forma individual la clase siguiente. 	45 min.	<p>A1. Lectura del capítulo XV de “La isla misteriosa”</p> <p>A2. Cuestionario sobre “La isla misteriosa”</p>
		<p>Fase de desarrollo</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El profesor forma los equipos. 2. Los alumnos en equipos construyen dos diagramas (Anexo 3) 3. El profesor entrega un formato en el cual los alumnos tienen que plantee un diseño experimental para la obtención de un metal a 	120 min.	<p>Anexo 3. Formato para los alumnos</p> <p>Anexo 4. Diseño Experimental</p> <p>Anexo 5. Formato para informe tipo artículo.</p>

		<p>partir del método usado en la lectura, pueden elegir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Óxido de hierro • Óxido de cobre • Óxido de zinc <p>4. Se realiza la actividad experimental para obtener el metal y se discute en plenaria la metodología que involucra las reacciones químicas.</p> <p>5. El alumno elabora un informe tipo artículo científico (Anexo 5) con los resultados obtenidos en la actividad experimental.</p>		
		<p>Fase de cierre</p> <p>1. El profesor entrega un problema (Anexo 5) a cada alumno para que sea resuelto de forma individual.</p>	30 min.	Anexo 6. Reescribiendo la Isla Misteriosa

		2. Se les indica que tienen que escribir una historia no mayor a dos páginas y un diagrama de flujos con la sucesión de pasos que siguieron para resolver el problema.		
--	--	--	--	--

