

# Alfabetizando científicamente mi práctica pedagógica. Una investigación-acción para transformar la forma de enseñar ciencias naturales de una profesora de educación básica a sus estudiantes de séptimo año básico

**Loreto Calderón Bascuñán**

Escuela San Ignacio de Loyola, Valparaíso

[loreto.calderon@hotmail.cl](mailto:loreto.calderon@hotmail.cl)

## Resumen

El objetivo de esta Investigación-acción, enmarcada en el paradigma cualitativo fue transformar mi práctica pedagógica, a partir de la enseñanza de las Ciencias Naturales como proceso y la promoción de la Alfabetización Científica, bajo la urgencia de aproximar la gestión de mis clases como profesora de Educación Básica a los propósitos de la Educación Científica. Para el logro de dicho propósito, se aplicó a estudiantes de séptimo año de Educación Básica, un plan de acción enfocado en el desarrollo de habilidades de pensamiento científico, durante este proceso de implementación se recogió información tanto de las y los estudiantes, como de la profesora investigadora, con el fin de analizar su contenido. Los resultados muestran que, para transformar mi práctica pedagógica, es vital considerar como base del proceso de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales, una cultura científica en el aula que provea a las y los estudiantes la oportunidad de interactuar con el lenguaje de las ciencias y experiencias sensorio-motrices, con el fin de que esta cultura científica adquiera significado y pueda constituir parte de su propia cultura.

**Palabras claves:** investigación-acción, transformación, alfabetización científica, lenguaje, experiencia, enculturación científica.

## Introducción

La enseñanza de las Ciencias Naturales en Chile como lo determinan las Bases Curriculares tiene como fin último la Alfabetización Científica de todas y todos las y los estudiantes, a través de la enseñanza de grandes ideas de las ciencias y las habilidades de pensamiento científico (Ministerio de Educación, 2015). Este propósito, se sustenta y es coherente con un consenso mundial respecto de para qué enseñar ciencias (Lederman & Lederman, 2010).

Una alternativa, que permite visualizar el nivel de logro alcanzado por nuestro país respecto de este propósito, son las evaluaciones estandarizadas. A nivel nacional, se aplica la Prueba SIMCE que “aborda el logro de los contenidos y habilidades del currículo vigente en diferentes asignaturas y áreas de aprendizaje” (Agencia de Calidad de la Educación, 2019), con el propósito de recoger información sobre los logros alcanzados por las y los estudiantes en determinados momentos de su enseñanza básica y media. Y a nivel internacional, se aplica la prueba PISA, con el fin de conocer “las habilidades, la pericia y las aptitudes de los estudiantes para analizar y resolver problemas, para manejar

información y para enfrentar situaciones que se les presentarán en la vida adulta y que requerirán de tales habilidades (OCDE, 2006, pág. 5). Este último instrumento además, corresponde a una “sugestiva propuesta metodológica para la evaluación de niveles de alfabetización científica” (Cañal, 2014, pág. 250)

Los resultados logrados, por las y los estudiantes en el prueba SIMCE de Ciencias Naturales a modo general, indican que “más de la mitad de los estudiantes no logra el puntaje esperado” (Agencia de la Calidad de la Educación, 2016). Y respecto de los resultados alcanzados en la prueba PISA, estos indican que, Chile, obtiene los mejores resultados de Latinoamérica, pero es el tercer país con el desempeño más bajo en ciencias entre los que forman la OCDE, indicador que implica un retraso de “1,5 años de escolaridad para ciencias” (OCDE, 2017, pág. 58) y que “más de un tercio de los jóvenes chilenos de 15 años (35%) se desempeñaron por debajo del Nivel 2” (OCDE, 2017, pág. 58), que corresponde al nivel base para abordar temas como ciudadana o ciudadano alfabetizado científicamente. Los resultados plasmados anteriormente, me hacen reflexionar sobre mi realidad personal como profesora de Ciencias Naturales y la forma de gestionar mis clases: ¿cómo enseño Ciencias Naturales?, ¿estoy promoviendo la Alfabetización Científica de mis estudiantes?, ¿qué estrategias implemento en búsqueda de este propósito? y ¿en qué medida mi práctica pedagógica aproxima a mis estudiantes a los procesos que se usan en la construcción de conocimiento científico o las características del conocimiento científico?

Este cuestionamiento, si bien me ha acompañado desde que comencé mi trabajo como profesora de Ciencias Naturales en el año 2016, puesto que, percibo mi práctica pedagógica encarnada en una didáctica y/o metodologías propias de mi experiencia de cuatro años como profesora de primer ciclo de Educación Básica, hoy toma un sentido más profundo, porque me detengo a observar mi contexto, con la pretensión de comprender y transformarlo, razón por la cual, he decidido implementar esta Investigación-acción.

Motivada por este objetivo, comencé a recolectar información que me permitiese comprender qué tan cerca o lejos estaba de promover aprendizajes coherentes con los propósitos nacionales e internacionales para la enseñanza de las ciencias. Fue así, que inicié una etapa que denominé: Autoevaluación Profesional. Este proceso de reflexión profundizó en cuatro elementos que me parecieron esenciales para levantar información sobre mi trabajo en el aula en cuanto a la enseñanza de las ciencias.

1. Qué implica la Alfabetización Científica en el contexto escolar.
2. Qué metodologías se proponen para su promoción.
3. Cómo enseño hoy Ciencias Naturales.
4. Qué visión tienen mis estudiantes sobre las clases de Ciencias Naturales.

En primer lugar, plasmar que para Lederman y Lederman (2010) estar alfabetizado científicamente implica comprender contenidos científicos, la naturaleza de las ciencias y la indagación científica, en otras palabras: aprender las grandes ideas de las ciencias, las características en que se desarrolla el conocimiento científico y la forma de trabajo de las científicas y los científicos para desarrollar la “capacidad de tomar decisiones informadas acerca de temas personales y sociales que tiene una base científica” (Lederman & Lederman, 2010, pág. 128).

Sobre el segundo punto, las autoras Furman y de Podestá (2010) proponen que para lograr que las y los estudiantes construyan ideas científicas es fundamental que comprendan cómo se construye el conocimiento científico y vivencien la actividad científica, es decir potenciar una Ciencia Escolar que realce los procedimientos indagatorios que llevan a cabo científicas y científicos, es decir enseñar Ciencias Naturales como proceso y no tan solo su producto final, el contenido.

Con los antecedentes planteados anteriormente, me enfoqué en identificar cómo enseño Ciencias Naturales, para ello destacar que implementé el uso diario de una bitácora para registrar observaciones importantes de mis clases. Al profundizar en el contenido registrado en ella, puede levantar ciertas características de mis clases, por ejemplo: las actividades experimentales estaban centradas más en habilidades manuales que de pensamiento científico, que el tiempo designado para desarrollar las actividades experimentales no era el suficiente y que su prolongación afectaba la etapa de focalización del aprendizaje y que el diseño de las actividades estaba determinado con antelación, lo que impedía incorporar preguntas de las y los estudiantes (IRIP-B12). Para complementar, estas observaciones, diseñé una lista de cotejo (Anexo 1) para evaluar mis planificaciones de clases. Su diseño, se basó en el modelo didáctico “Enseñanza por Indagación” que proponen las autoras Furman y de Podestá en el libro “La aventura de enseñar Ciencias Naturales”. Los resultados de este instrumento, indicaron que las planificaciones no se estructuraban en base a preguntas guías, que no se mencionaban las habilidades de pensamiento científico y que eran más bien una elaboración técnica basada con rigor en lo que dictan los planes y programas, es decir un modelo didáctico de transmisión y recepción (Jiménez, 2000).

Finalmente, para conocer la perspectiva que poseen mis estudiantes respecto de las clases de Ciencias Naturales, diseñé un cuestionario como instrumento de recogida de datos (Anexo 2), también basado en el modelo didáctico de enseñanza por indagación (Furman & de Podestá, 2010). Respecto de los resultados (Anexo 3), algunos ejemplos significativos de las opiniones de las y los estudiantes son:

- Siempre responden cuestionarios (65%).
- Con frecuencia conversan sobre cómo cambian las ideas científicas (31%).
- A veces hacen experimentos (42%).
- Rara vez miran elementos naturales en la sala (48%).
- Rara vez hacen hipótesis para un experimento (29%).
- Nunca formulan predicciones (34%).

### **Definición del problema**

A la luz de los antecedentes y los resultados obtenidos a partir de la etapa de autoevaluación profesional detallado anteriormente, puedo establecer con mayor certeza que, efectivamente existen falencias en mi práctica pedagógica para promover la meta que posee la Educación Científica. Aquello me desconcierta desde mi responsabilidad profesional, pero a la vez, me motiva la oportunidad de generar un cambio y transformar mi práctica pedagógica, desde una centrada en el conocimiento conceptual, hacia una que promueva el aprendizaje de procedimientos y habilidades. A partir de ello, puedo determinar la “cuestión esencial” (Flick, 2015, pág. 75) de mi problema de investigación,

el que se presenta a continuación a través de la pregunta de investigación, el objetivo general y la hipótesis de acción.

### **Pregunta de investigación**

¿Cómo se transforma mi práctica pedagógica al planificar una unidad didáctica para estudiantes de séptimo año de Educación Básica centrada en la enseñanza de las Ciencias Naturales como proceso y la promoción de la Alfabetización Científica?

### **Objetivo**

Transformar mi práctica pedagógica, a partir de la enseñanza de las Ciencias Naturales como proceso y la promoción de la Alfabetización Científica, en una unidad didáctica para estudiantes de séptimo año de Educación Básica.

### **Hipótesis de acción**

Si planifico situaciones de aprendizaje, con foco en la enseñanza de habilidades de pensamiento, para abordar la enseñanza de las Ciencias Naturales como proceso y la promoción de la Alfabetización Científica. Entonces, mi práctica pedagógica se focalizará en el aspecto metodológico de las ciencias, lo que transformará mi forma de enseñar Ciencias Naturales.

## **Marco teórico**

### **Docentes como investigadoras e investigadores de su práctica pedagógica**

El aprendizaje es producto de la interacción entre estudiantes, docentes y conocimiento. Esta interacción, producirá “cambios en las ideas de las y los estudiantes, en la medida que las y los docentes medien eficazmente dicho proceso” (Izquierdo, 2007, pág. 130). Esta triada resalta el rol fundamental de la labor docente y además, atañe, a las y los profesionales de la educación, una gran responsabilidad respecto del proceso de enseñanza y aprendizaje, puesto que sus decisiones pedagógicas estructurarán su práctica pedagógica, entendida como los procedimientos, estrategias y prácticas que hacen interactuar esta triada (Díaz, 1990).

Desde otro ángulo, dicha responsabilidad es coherente con la labor profesional que desempeña una o un docente en su práctica pedagógica, lo cual involucra además la responsabilidad de reflexionar e investigar para mejorar la propia práctica (McKernan, 2008). Por lo tanto, la interacción que la o el docente construya para acercar el conocimiento a las y los estudiantes, debiese estar mediada en una primera instancia por la investigación que efectúa sobre su acción pedagógica, en otras palabras por su rol como profesora investigadora o profesor investigador (McKernan, 2008).

En este contexto, es importante acentuar que la investigación de la práctica profesional implica además un proceso de reflexión constante, que tenga como propósito comprender el contexto en que se implementan los procesos educativos, pero además, para tomar conciencia de los problemas que emergen en dichos contextos y las oportunidades de mejora que existen, de esta forma la profesora investigadora o el profesor investigador se “supervisa a sí mismo” (McKernan, 2008, pág. 48) con el propósito de autoevaluarse y mejorarse a sí mismo.

### **Enseñanza de las Ciencias Naturales**

Aprender Ciencias Naturales, implica que los procesos de enseñanza y aprendizaje gestionen oportunidades para que las y los estudiantes puedan aprender respecto de la naturaleza de las ciencias y la indagación científica en su contexto. Furman y de Podestá (2010) especifican que la Ciencia Escolar, debe considerar el aprendizaje de un cuerpo de conocimientos que la comunidad científica ha construido y también los caminos que se recorren para alcanzar dichos saberes, es decir, ciencias como producto y como proceso, respectivamente.

La enseñanza de las ciencias como producto, refiere al aprendizaje focalizado de los contenidos conceptuales de la misma, la cual, es conocida y comúnmente aplicada en la sala de clases, sin embargo, la enseñanza de las ciencias como proceso, que considera la naturaleza de las ciencias y la indagación científica no ha sido una prioridad (Lederman & Lederman, 2010). A continuación se describen algunas ideas centrales de las ciencias como proceso.

### **Enseñanza de las Ciencias Naturales como proceso**

A la luz de las ideas planteadas por Furman y de Podestá (2010), se entiende que la enseñanza de las Ciencias Naturales como proceso, considera que las y los estudiantes comprendan la forma en que se construye el conocimiento y la lógica peculiar que esto supone, es decir, que desarrollen habilidades de pensamiento científico, entendidas como capacidades que superan el ámbito escolar y que se relacionan con un modo particular de pensar el mundo que nos rodea (Furman & de Podestá, 2010).

Para concretar este constructo en la sala de clases, una alternativa es implementar un enfoque centrado en la indagación científica que permita el desarrollo de habilidades de pensamiento científico, es decir, centrado en el aspecto metodológico de las ciencias (Furman, Gellon, Rosenvasser Feher, & Golombek, 2018).

### **Aspecto metodológico de la Ciencias e Indagación Científica**

Una comprensión para este enfoque, refiere a los procesos sistemáticos que llevan a cabo científicas y científicos para responder preguntas de interés, en síntesis, cómo se hace ciencias (Lederman & Lederman, 2010).

Profundizar en la idea sobre enseñar a las y los estudiantes cómo se hace ciencias o bien, cómo se construye el conocimiento científico, focaliza el proceso de enseñanza y aprendizaje hacia el aspecto metodológico de las ciencias, que desde una visión pedagógica, puede ser entendido como: herramientas de pensamiento que efectúan científicas y científicos con el afán de descubrir nuevas explicaciones o nuevas preguntas (Furman, et al., 2018). Al contextualizar y poner en práctica esta idea en el aula resaltan algunas consideraciones:

1. Una idea base de la enseñanza por indagación es que las y los estudiantes respondan preguntas por medio de una investigación (Furman, et al., 2018), esta lógica de trabajo no conlleva en sí misma la idea de realizar constantemente actividades experimentales (Furman & de Podestá, 2010), puesto que, también es posible aprender el quehacer científico a través del análisis de casos históricos de

experimentos u otros medios que den cuenta de cómo se solucionan problemas científicos (Furman, et al., 2018).

2. Las autoras Furman y de Podestá (2010), sugieren realizar una jerarquización de los objetivos de aprendizaje para determinar cuál de estos es nuclear para la comprensión de una idea científica (ciencias como producto), en otras palabras identificar ideas claves de la unidad y con ellas elaborar un mapa conceptual que permita visualizar el camino a recorrer.
3. Por último, planificar las habilidades de pensamiento científico que se desean enseñar. Estas pueden ser: “observación y predicción, formulación de preguntas investigables, formulación de hipótesis y predicciones, el diseño y la realización de experimentos, la formulación de explicaciones teóricas, la comprensión de textos científicos y la búsqueda de información y la argumentación” (Furman & Podestá, 2010, pág. 72)

## Metodología

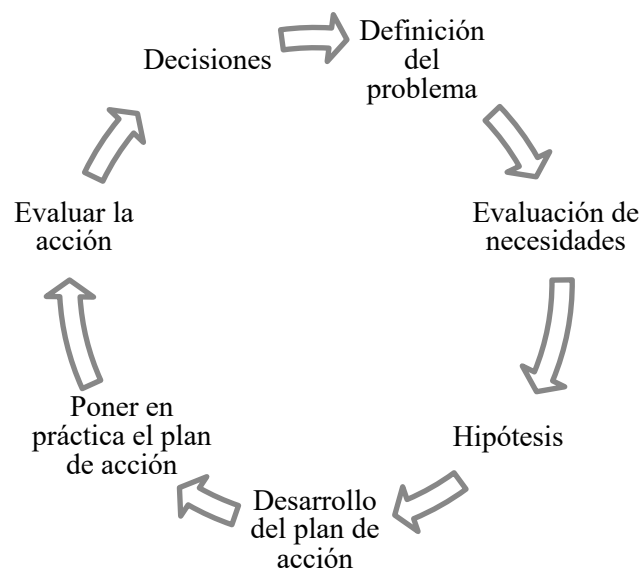
### Enfoque metodológico

La presente investigación busca profundizar la realidad del aula. Particularmente observar los procesos que se configuran en ella, respecto del aprendizaje y la enseñanza de las Ciencias Naturales, con el fin de comprender sus particularidades, por tal razón, el enfoque metodológico de esta investigación es el Paradigma Cualitativo. Por lo mismo, es importante destacar que bajo esta mirada, la problemática que sustenta el proceso de investigación se comprende en su contexto (Flick, 2015).

### Tipo de investigación

El método o tradición, desde donde se posiciona esta investigación es la Investigación-acción, ya que, está orientada a la práctica pedagógica, particularmente a los procesos y decisiones que propician su mejora (Sandín, 2003).

En búsqueda de dicha mejora, se implementó un ciclo de acción, es decir un proceso planificado, que McKernan (2008) describe a través de las etapas representadas en la Figura 1.



**Figura 1.** Modelo de investigación-acción de McKernan (Fuente: Adaptado de McKernan, 2008)

### **Participantes de la investigación**

La implementación de una Investigación-acción en contextos escolares, supone explorar la práctica en el aula, para profundizar una situación problemática y mejorarla (Suárez, 2002) razón por la cual, las y los participantes que se desenvuelven en este contexto son de vital importancia, puesto que, en su interacción construyen la realidad que se observa.

Este apartado tiene como propósito, profundizar en las cualidades de quiénes fueron investigadas e investigados. En primer lugar a mí, como profesora investigadora y luego a las y los estudiantes que conformaron el curso donde se aplicó el plan de acción.

### **Profesora investigadora**

Mi formación inicial comenzó el año 2008 en la Universidad Católica Raúl Silva Henríquez en Santiago de Chile, donde estudié cuatro años para obtener el título de Licenciada en Educación y Profesora de Educación General Básica con mención en Ciencias Naturales. Mi primera experiencia como profesora, fue en la Escuela Municipal Capitán Ávalos de La Pintana en la Región Metropolitana, ejerciendo como profesora unidocente, es decir, fui responsable de todas las asignaturas del curso en el cual era profesora jefe. Inicié y finalicé el primero ciclo básico, con el mismo grupo curso. Fueron cuatro años maravillosos, aún las y los recuerdo con profundo amor, pues con ellas y ellos me formé como profesional en la práctica.

En el año 2016, decidí cambiar de residencia y de trabajo. Es por esto, que hoy vivo en Valparaíso y soy profesora de Ciencias Naturales en Escuela San Ignacio de Loyola. Aquí, trabajo con las y los estudiantes de segundo ciclo de Educación Básica (5° a 8°). El cambio, ha sido importante y complejo, me he visto en la necesidad de cambiar mi forma de gestionar mis clases, la de vincularme con las y los estudiantes y mis conocimientos pedagógicos en el área de las Ciencias Naturales han sido profundamente desafiados, particularmente en los cursos séptimo y octavo año, que hoy son considerados como Enseñanza Media, lo cual implica nuevos y desafiantes ajustes curriculares y didácticos en una profesora de Educación Básica. Esta última, es una de la razones, de por qué las y los participantes de esta Investigación-acción son estudiantes de séptimo año.

### **Estudiantes**

En la escuela San Ignacio de Loyola de Valparaíso, existen dos cursos por nivel, para esta Investigación-acción, seleccioné a uno de los séptimos años. La primera razón, ya se especificó antes y la segunda es, porque a este grupo de estudiantes les enseñé Ciencias Naturales desde que cursan quinto básico y además, fui su Profesora Jefe durante dos periodos. Lo cual, favorece mi conocimiento sobre la realidad del aula y las particularidades del grupo.

Respecto de algunas características administrativas del curso, detallar que son 40 estudiantes: 28 varones y 12 mujeres. Existen también, estudiantes con necesidades educativas transitorias y permanentes. Sus edades fluctúan entre los 12 y 13 años.

Sobre las evaluaciones estandarizadas que han desarrollado, el año 2018 rindieron la prueba SIMCE de Ciencias Naturales logrando un puntaje de 257, generando un incremento de 24 puntos en comparación con última medición (Agencia de la Calidad, 2019).

Respecto de sus procesos de aprendizaje, es importante destacar que se encuentran en el inicio de la fase de desarrollo cognitivo de las operaciones formales, lo que implica que están adquiriendo el pensamiento abstracto y científico (Pozo & Gómez Crespo, 2018) y en relación al aprendizaje de las Ciencias Naturales en particular, las y los estudiantes de estas edades presentan dificultades desarrollo del pensamiento científico, ya que implica poner en práctica un conjunto de operaciones formales (Pozo & Gómez Crespo, 2018).

### **Técnica de recolección de información**

Para comprender en profundidad, el contexto en cual se desarrolla la situación problemática y pretender conseguir una solución, requiere en primer lugar, observar la realidad. Esta idea constituye una actividad fundamental para la Investigación-acción y además, es el medio a través de cual, se recopila la información necesaria para iniciar un proceso reflexivo (McKernan, 2008).

Para obtener información de la realidad observada, se emplearon dos técnicas de recolección de datos:

A. Una bitácora personal de la profesora investigadora, técnica narrativa que permite registrar acontecimientos, pensamientos o reflexiones significativas para la investigación (McKernan, 2008). Para referenciar los datos obtenidos desde esta técnica, se utilizará la nomenclatura: IRIP-B y se le asignará un número para indicar la ubicación en la misma.

B. Un instrumento de evaluación<sup>1</sup>, a modo de prueba de la unidad de aprendizaje, esta técnica, tiene como finalidad conocer los avances que poseen las y los estudiantes respecto de las dimensiones de la Alfabetización Científica y desarrollo de habilidades de pensamiento científico, ambos ejes estructurales de la enseñanza de las ciencias como proceso. Para referenciar los datos obtenidos desde esta técnica, se utilizará la nomenclatura: 2IRIE-P y se le asignará un número para diferenciar los instrumentos.

### **Análisis de la información**

El análisis de la información recolectada a través de las técnicas mencionadas anteriormente, se llevará a cabo a través del método de Análisis de Contenido (McKernan, 2008, pág. 167), puesto que, pretende investigar el sentido profundo de un mensaje (McKernan, 2008). En esta investigación, el mensaje estará plasmado en los instrumentos aplicados a la profesora investigadora y las y los estudiantes, estos procedimientos se describen en la Tabla 1 y 2, respectivamente. Por último, sobre su procesamiento, es importante destacar, que este tipo de análisis pretende levantar categorías de trabajo, a partir de la codificación del relato (McKernan, 2008).

**Tabla 1.** Sistematización del proceso de análisis de la información para la profesora investigadora

---

<sup>1</sup> Inicialmente, el plan de mejora contemplaba la aplicación de dos instrumentos a las y los estudiantes, sin embargo, a raíz del estallido social vivido en Chile desde el 18 de Octubre de 2019 a la fecha, no fue posible aplicar una segunda prueba, por las medidas tomados por el establecimiento educativo.



Procedimiento	Método de recogida de datos	Tipo de datos	Método de Interpretación
Clase a clase registra los acontecimientos más significativos de las clases, también sus ideas, sentimientos y reflexiones.	Bitácora	Narrativos	Análisis del Contenido

**Tabla 2.** Sistematización del proceso de análisis de la información para estudiantes

Procedimiento	Método de recogida de datos	Tipo de datos	Método de Interpretación
Participan activamente de las clases de Ciencias Naturales y al final del proceso responden una prueba con preguntas abiertas, sobre temas abordados en clases.	Prueba con preguntas abiertas	Narrativos	Análisis del Contenido

### Plan de Acción

Un plan de acción, según McKernan (2008) corresponde a una etapa posterior a la detección de la problemática y tiene como propósito detallar las metas y la calendarización, es decir, planificar las acciones que se llevarán a cabo frente a la situación problemática que se desea comprender y transformar.

Para solucionar la problemática detectada, se determinaron una serie de acciones de mejora, que en su conjunto apuntan a que las y los estudiantes aprendan Ciencias Naturales a través del aspecto metodológico de las ciencias y no solo, el conceptual, por ello, se enfatiza en la enseñanza y aprendizaje de las habilidades de pensamiento científico. Con esto, se pretende además, repercutir positivamente en la Alfabetización Científica de ellas y ellos y también, en la transformación hacia la mejora de la forma de gestionar mis clases.

Originalmente, el plan de acción contemplaba el desarrollo de diez acciones, sin embargo, algunas de ellas tuvieron que ser eliminadas, puesto que, el contexto escolar donde se aplicó, fue fuertemente impactado por el Estallido Social, que se vive desde el 18 de Octubre de 2019 en nuestro país. En coherencia con lo anterior, a continuación se registran solo aquellas acciones que se llevaron a cabo, para dar solución a la problemática.

**Acción N°1:** Definir el problema de investigación a partir de la información recogida en el proceso de Autoevaluación Profesional y los registros de la bitácora.

**Acción N°2:** Participar del curso de capacitación “Cómo pensar científicamente en el Aula” de la Escuela de invierno del MDCE, para mejorar mi conocimiento pedagógico sobre la enseñanza de las habilidades de pensamiento científico en el aula, y con ello, diseñar y planificación de manera óptima experiencias de aprendizaje focalizadas en las Ciencias Naturales como proceso.

**Acción N°3:** Investigar bibliográficamente características de la prueba PISA, profundizando en sus dimensiones y tipos de preguntas, también sobre las formas de

evaluar la Alfabetización Científica, sus dimensiones y niveles y la implementación de las ciencias como proceso en el aula, para nutrir el diseño de mi planificación y de la evaluación.

**Acción N°4:** Planificar la unidad didáctica para el Eje de Química en séptimo año, centrada en la enseñanza de las ciencias como proceso, a través de la enseñanza de habilidades de pensamiento científico y la Alfabetización Científica, considerando la teoría e información recopilada y estudiada, en el desarrollo de las acciones anteriores.

**Acción N°5:** Implementar la primera parte de la unidad didáctica, la cual tiene como propósito la comprensión del comportamiento de los gases ideales en situaciones cotidianas y observar el desarrollo del proceso dejando registro de las fortalezas y debilidades suscitadas durante las clases, en la bitácora de investigación.

**Acción N°6:** Diseñar un instrumento para evaluar la comprensión del aprendizaje, a partir de las dimensiones descritas por Harlen (2002) para operacionalizar la Alfabetización Científica en el contexto de la prueba PISA (Anexo 4).

**Acción N°7:** Analizar los instrumentos de recogida de información y profundizar en su contenido para levantar categorías y obtener resultados.

**Acción N°8:** Reflexionar sobre la situación problemática a la luz de los resultados obtenidos durante la implementación del plan de acción, para analizar, interpretar y sacar conclusiones (Suárez, 2002).

### **Análisis de datos**

Esta investigación, como se ha descrito en los apartados anteriores pretende comprender en contexto una situación problemática, para transformar mi práctica pedagógica respecto de la enseñanza de las Ciencias Naturales. Para el logro de dicho objetivo, es necesario abordar los datos obtenidos durante el proceso de forma sistémica y hacer vínculos entre ellos (Osses, Sánchez, & Ibáñez, 2006). Dichos vínculos, se pretenden alcanzar analizando los datos a través del Método de Comparación Constante (MCC) (Osses, et al., 2006), ya que, su finalidad es interpretar los datos con el propósito de descubrir conceptos y relaciones, a través de la generación de categorías que emergen a partir de la comparación simultánea de todos los datos recolectados (Osses, et al., 2006), lo cual es coherente con las motivaciones de esta Investigación-acción. Por consiguiente, el proceso analítico de los datos se organizó en las siguientes tres fases:

#### **Fase 1: “Descubriendo significados”**

La información recogida a través de la bitácora y del instrumento de evaluación aplicado a las y los estudiantes durante la unidad, que para fines de esta investigación fueron utilizados como instrumentos de recolección de datos y corresponden al corpus textual (Osses, et al., 2006) de la investigación, fueron leídos en profundidad con el fin de encontrar en su narrativa datos que permitiesen comprender el foco de interés de esta investigación. En la medida que estos datos surgieron, se destacaron con color para su posterior transcripción. Una vez que esta masa de información fue ordenada, se procedió a

la codificación, es decir a la etapa por la cual se asigna a cada unidad un indicativo o código (Osses, et al., 2006). Este proceso permite, además facilitar su posterior análisis, en cuanto a que permite organizar los datos en patrones comunes (McKernan, 2008). Por último, plasmar que los códigos levantados en esta fase, son arbitrarios (McKernan, 2008), esto significa que surgen desde las respuestas de las y los participantes y no de ideas establecidas con antelación, razón por la cual corresponde a un proceso de análisis inductivo (Osses, et al., 2006).

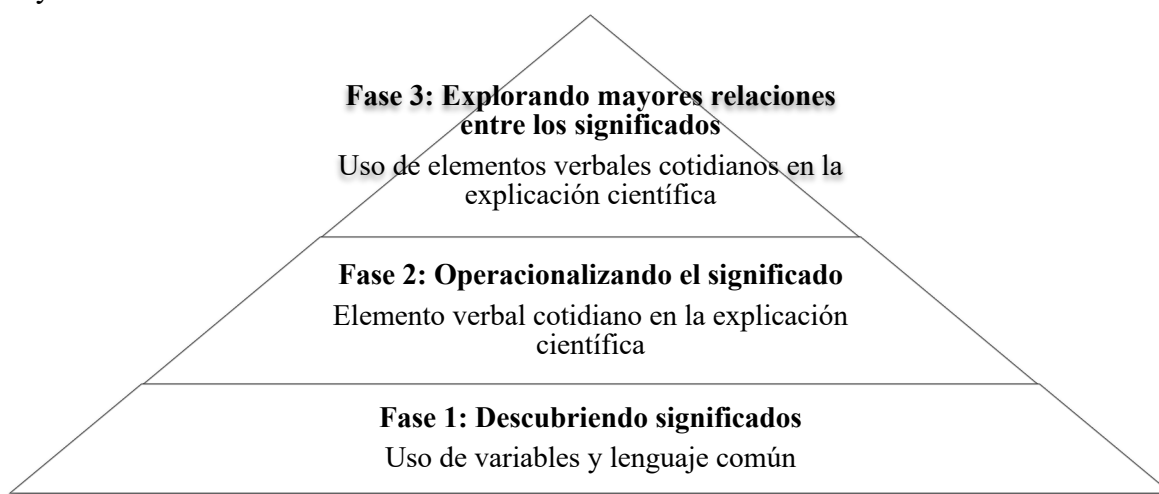
### **Fase 2: “Operacionalizando significados”**

El material codificado o “material descompuesto en partes discretas” (Strauss & Corbin, 2002, pág. 111) que se logró en la fase anterior, fue comparado y contrastado, de forma creativa y reflexiva como plantea McKernan (2008), con el fin de explorar los datos obtenidos desde el contexto para clasificarlos conceptualmente (Osses, et al., 2006), considerando que esta acción, “implica agrupar conceptos de acuerdo con sus propiedades sobresalientes, o sea, buscando similitudes y diferencias” (Strauss & Corbin, 2002, pág. 14). El escrutinio de los datos, finalizó con el levantamiento de seis categorías descriptivas (Anexo 5) dentro de los datos significativos del corpus de la investigación. Finalmente, cada una de ellas se definió operacionalmente.

### **Fase 3: “Explorando mayores relaciones entre los significados”**

Las categorías que se construyeron a partir del procesamiento de datos antes descrito, fueron nuevamente sometidas a la comparación y contrastaste de su contenido, para que, al igual como se efectuó en la fase anterior, las categorías se relacionan a partir de componentes temáticos afines, con el propósito de establecer significados más amplios para la comprensión del fenómeno en estudio, es decir, se construyeron dimensiones del discurso. Este proceso culminó con la construcción de dos dimensiones que permitieron comprender factores a considerar dentro de mi proceso de transformación.

Las fases descritas anteriormente, se ejemplifican en la Figura 2 utilizando la frase “El calor hace que se alboroten rápido los gases que están dentro de un globo” y también, con mayor detalle en el Anexo 5.



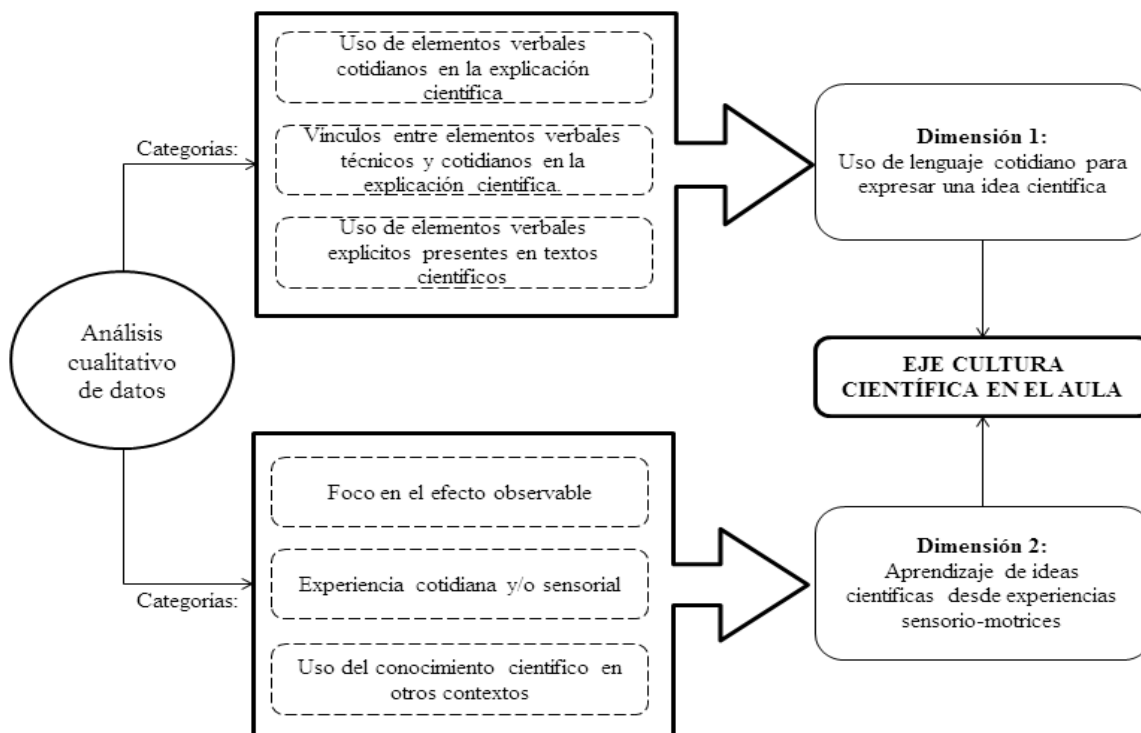
**Figura 2.** Sistematización de las fases del análisis de datos a través de un ejemplo.

Fuente: Elaboración propia.

## Resultados

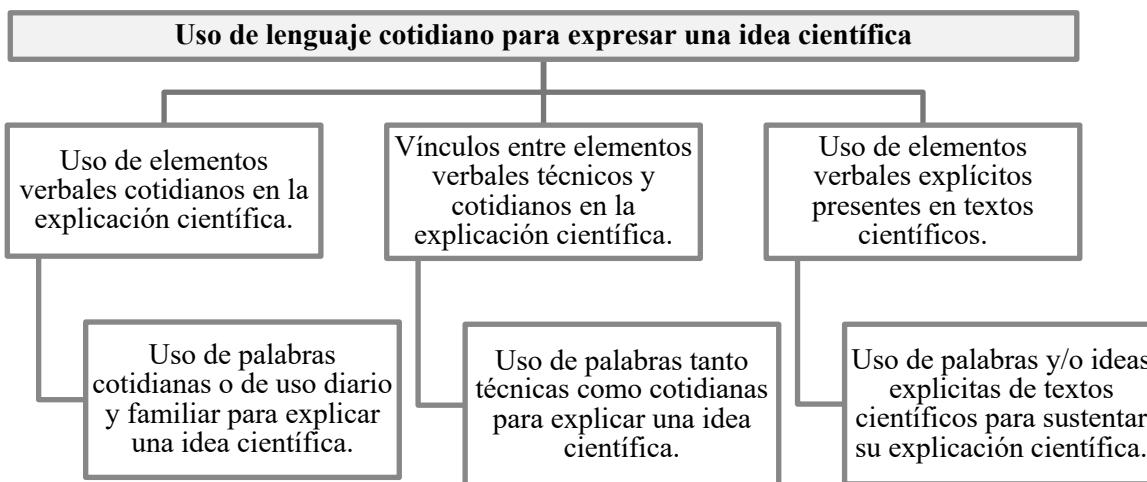
El propósito de generar constructos significativos desde el discurso de las y los participantes, tuvo como fin, interpretarlos para identificar variables que influyeran en la transformación de mi práctica pedagógica, a partir de la enseñanza de las Ciencias Naturales como proceso y la promoción de la Alfabetización Científica, tal como versa el objetivo general de esta Investigación-acción. En este sentido, el análisis de los resultados que se plasman a continuación está enfocado en comprender, qué se ha conseguido con los datos, en función de la pregunta y objetivo de la investigación. En este entendido y considerando el detalle representado en la Figura 3, los resultados de esta investigación dan cuenta de dos dimensiones: “Uso de lenguaje cotidiano para expresar una idea científica” y “Aprendizaje de ideas científicas desde experiencias sensorio-motrices”. Ambas dimensiones convergen en un significado común o eje denominado: “Cultura científica en el aula”.

**Dimensión 1: Uso del lenguaje cotidiano para expresar una idea científica:** Esta dimensión refiere al lenguaje propio de las y los estudiantes como factor que incide en la comprensión y el uso del conocimiento científico en la formulación de explicaciones científicas sobre fenómenos naturales. Respecto de ello, los resultados indican que, predomina el uso de códigos que son familiares y cercanos a la realidad de las y los estudiantes y que en base a ellos, sustentan y expresan la comprensión que poseen respecto de una idea científica. Por ejemplo, para explicar que la presión de un gas es directamente proporcional a la temperatura, una de las respuestas codificadas fue: “el gas que está dentro de un aerosol está con mucha presión guardada, si lo echamos en algo donde hay demasiado calor la presión del gas va a querer salir” (2IRIE-1). O bien, para explicar cuáles son las precauciones al manipular un producto dosificado bajo presión, una de las respuestas obtenidas fue: “que no estén en poca temperatura ni tampoco en alta, porque se puede echar a perder tiene que estar a un volumen bien y bueno” (2IRIE-2).



**Figura 3.** Resumen de los resultados levantados a partir del análisis cualitativo de datos. (Fuente: Elaboración autor).

Al analizar estas y otras frases codificadas, se levantaron tres categorías que constituyen esta dimensión. Todas ellas, hacen referencia al uso del lenguaje o formas en que las y los estudiantes comunican un significado, tal como se conceptualiza en la Figura 4.



**Figura 4.** Nombre y definición de las categorías que conforman la Dimensión 1. (Fuente: Elaboración autor).

Respecto, de la relación que esta dimensión posee con el proceso de Alfabetización Científica de las y los estudiantes y considerando la propuesta que describe Cañal (2014),

este resultado se vincula con el nivel de analfabetismo científico funcional, entendiendo que este implica:

Nivel que se definiría por el predominio del pensamiento, destrezas y actitudes sobre la realidad material propios del conocimiento cotidiano, con escasa o nula capacidad del sujeto para utilizar los escasos conocimientos escolares que posea, relativos a las ciencias, para comprender los fenómenos y problemáticas de su entorno que afronte y para actuar en esas situaciones con esquemas interpretativos y pautas de actuación de orientación científica, en alguna medida (Cañal, 2014, pág. 250).

### **Dimensión 2: Aprendizaje de ideas científicas desde experiencias sensorio-motrices:**

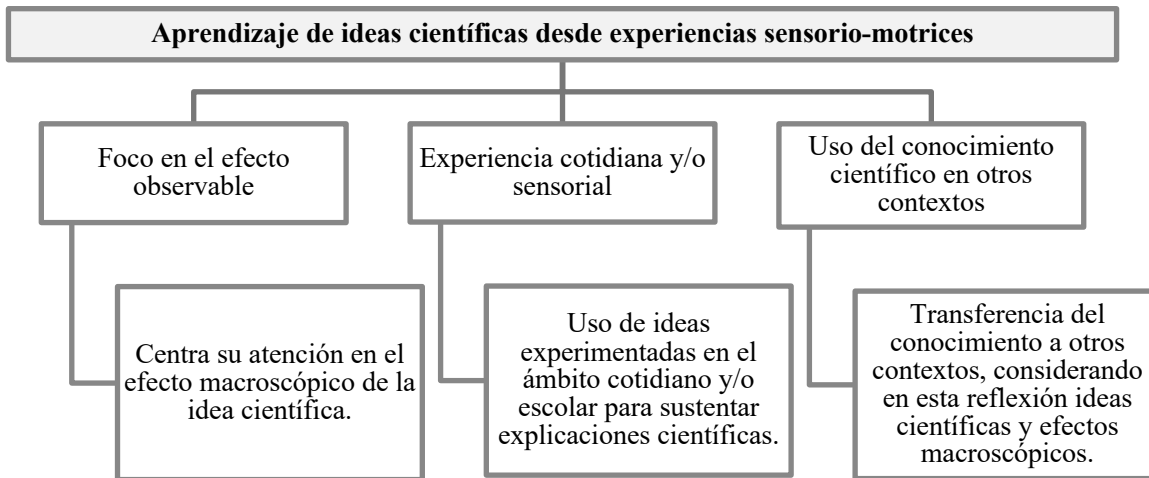
Esta dimensión refiere a cómo las actividades experimentales impactan significativamente en la comprensión de conceptos científicos, puesto que, permiten que las y los estudiantes se aproximen a partir de sus sentidos e ideas a su mundo natural, esta experiencia o interacción sensorio-motriz con el mundo es imprescindible para la cognición (Varela, 2000) y a su vez, permite la construcción de representaciones (Pozo, 2002) las que, según los resultados obtenidos se activan recurrentemente para sustentar la explicación de un fenómeno natural o bien, para aplicar dicho conocimiento a otros contextos.

Las experiencias de aprendizajes, que permiten a las y los estudiantes concretizar las ideas científicas, son propias de la enseñanza de las ciencias como proceso, en tanto que fomentan que las y los estudiantes vivencien la actividad y/o quehacer científico, tal como se describió en el apartado del contexto conceptual. Bajo estas consideraciones, se implementaron dos actividades para que las y los estudiantes manipularan variables (temperatura, presión y volumen) sobre una masa de gas contenido en un globo, el resultado más significativo para los equipos de trabajo fue que el globo explotaba al aumentar la temperatura (IRIP-B27). Este efecto, que es observable macroscópicamente fue fuertemente evocado para explicar o describir ideas científicas por parte de las y los estudiantes en el instrumento de evaluación, algunos ejemplos son: “puede explotar por sobrecalentarse” (2IRIE-3) y “se centran en la temperatura, debido a que si aumenta su temperatura la presión igual lo cual puede causar que explote” (2IRIE-4). Así mismo, esta idea se refleja en observaciones registradas en la bitácora de trabajo: “los equipos de trabajo asumen que su experimento resulta bien cuando explota el globo” (IRIP-B29) y “en las respuestas orales escucho recurrentemente la idea de que la manipulación de una variable debe terminar en una explosión” (IRIP-B29).

El análisis realizado a los resultados, permitió construir tres categorías que son parte de este constructo general o dimensión dos, las cuales se conceptualizan en la Figura 5.

**Eje: Cultura científica en el aula:** Un punto en común, entre las dimensiones descritas anteriormente es la idea de que, en la medida en que una o un estudiante experimente una realidad será capaz de hacerla propia, pues le otorga un significado, en este entendido el enfoque sociocultural vigotskiano afirma que “el conocimiento es situado, es parte y producto de la actividad, el contexto y la cultura en que se desarrolla y utiliza” (Díaz Barriga, 2003, pág. 2). Por esta razón, la experiencia vivida, ya sea desde el uso cotidiano

del lenguaje o la interacción sensorio-motriz con materiales, es un factor fundamental para aproximarse a la comprensión del conocimiento científico



**Figura 5.** Nombre y definición de las categorías que conforman la Dimensión 2.  
Fuente: Elaboración propia.

Este punto en común entre las dimensiones, finalmente, levanta como eje del discurso analizado: *La cultura científica del aula*. Entendiendo que, según Vygotsky (1995) la cultura es una variable inherente a los procesos cognitivos y sostiene que el mundo social influye en el desarrollo de los seres humanos, por tal razón el aprendizaje, es un proceso de enculturación (Díaz Barriga, 2003), en este caso particular, las y los estudiantes se hacen parte de una cultura científica.

### Conclusiones

La problemática que sustentó esta Investigación-acción refiere la necesidad de transformar mi práctica pedagógica en base a los propósitos que posee la enseñanza de las Ciencias Naturales, tanto a nivel nacional como mundial, para dejar atrás inquietudes e inconsistencias que me acompañan desde que comencé a enseñar Ciencias Naturales en segundo ciclo de Educación Básica. Con esta motivación, decidí “alfabetizar científicamente” mi práctica pedagógica, a través de la enseñanza de las Ciencias Naturales como proceso y de las habilidades de pensamiento científico, esperando que esto repercutiera en la Alfabetización Científica de mis estudiantes y por supuesto, en la mejora sustantiva de mi práctica pedagógica, es decir en su transformación.

Sin embargo, el desarrollo de esta Investigación-acción, y en particular el análisis cualitativo de los datos, más que mostrarme los resultados que esperaba respecto de condiciones para mejorar mi forma de enseñar procedimientos científicos y/o habilidades de pensamiento científico, me permitieron visualizar un ámbito antes incomprendido del proceso de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales.

Me refiero a este ámbito como incomprendido, porque los conceptos como: contexto, cultura, lenguaje o experiencias concretas, no eran nuevos para mí, sino más bien, carecían

de un real sentido o significado en mi práctica pedagógica y por lo mismo, no comprendía su impacto en el aprendizaje de mis estudiantes, es decir eran parte de mis conocimientos pedagógicos declarativos, pero no procedimentales. Razón por la cual, estos conceptos, ahora, dotados de significado, construyen a su vez, un nuevo espacio de acción que nutre, mejora y transforma mi práctica pedagógica, por medio de nuevas perspectivas. Dichas perspectivas, se describen a continuación y sus conexiones y vínculos se representan a través de un mapa conceptual (Ver Figura 6), que corresponde al modelo o teoría que se construye como conclusión final de esta Investigación-acción.

El modelo o teoría que se interpreta a partir de los datos, se inicia desde mi motivación por transformar mi práctica pedagógica, esta iniciativa activa un plan de acción que me permite recoger datos y visualizar nuevas perspectivas sobre el aprendizaje de las Ciencias Naturales, es por ello, que la teoría concluye que existe una base, desde la cual, se debiese iniciar el proceso de enseñanza y aprendizaje.

La base a la cual se hace referencia, dicha teoría es la **[1] construcción en el aula de una cultura científica**, que permita a las y los estudiantes “aprender en un contexto pertinente” (Diaz Barriga, 2003, pág. 3), es decir, que sean parte de un ambiente que asegure la **[2] interacción con el mundo natural**, para fomentar un proceso de **[3] “enculturación científica”** (Cañal, 2014, pág. 246), en el que las y los estudiantes vivan y experimenten las Ciencias Naturales y por lo tanto, **[4] incorporen a sus significados** ideas que les permiten comprender el mundo natural a través del conocimiento científico. En este entendido y en consideración con los resultados obtenidos, la cultura científica del aula, como base del proceso de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales, debiese promover la apropiación de dicha cultura, a través de la **[5] interacción del lenguaje cotidiano** de las y los estudiantes con el **[6] lenguaje científico** y también el desarrollo de **[7] experiencias sensorio-motrices**, que evoquen el lenguaje cotidiano y científico y fomenten la apropiación de este último, durante el desarrollo de los procedimientos científicos.

Respecto del ámbito referido al lenguaje científico, es importante considerar y destacar que: “el producto de nuestro pensamiento emerge con mucha frecuencia en palabras, el lenguaje tiene una evidente relación con el pensamiento” (Harlen W. , 2007, pág. 97). En este entendido: ¿qué relación hay entre el lenguaje y el pensamiento científico? Según la escala de Alfabetización Científica para la comprensión de conceptos científicos que propone Harlen (2007), una o un estudiante debiese ser capaz en un nivel básico, de recordar conocimiento científico de memoria y a un nivel más complejo, crear o usar modelos conceptuales sencillos para elaborar predicciones o explicaciones. Ambos niveles, independiente de su complejidad comparten el requisito de **[8] usar conceptos para demostrar comprensión**, por lo tanto, mis clases de Ciencias Naturales, deben gestionar experiencias de aprendizajes que permitan que las y los estudiantes se aproximen e interactúen con el lenguaje que utiliza las ciencias para comunicar conocimientos y que paulatinamente este vocabulario técnico e incomprensible en muchos casos, se vaya dotando de significado y se convierta en parte de su lenguaje, por tanto de su cultura, considerando, además, que el dominio del lenguaje científico “proporciona la posibilidad de una adecuada comunicación con y acerca de la naturaleza y los procesos materiales” (Cañal, 2014, pág. 246). De esta forma, algunas estrategias que podrían implementarse en



el aula podrían ser, por ejemplo: lectura de textos de divulgación científica, uso de una bitácora de clases, redacción de reseñas, describir oralmente un procedimiento de laboratorio, uso de palabras claves o nuevas formas de retroalimentación.

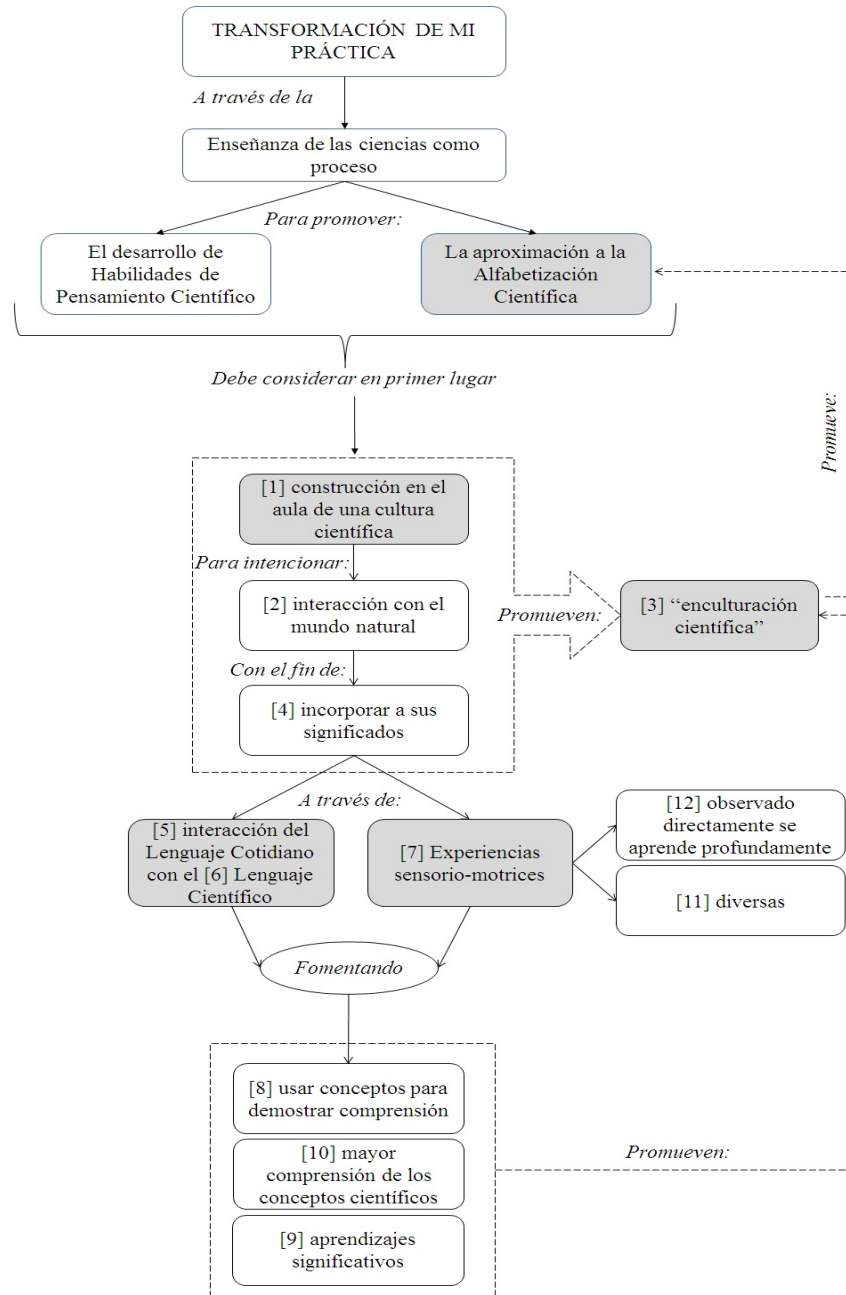
Acerca de las dos últimas estrategias antes mencionadas, destacar que durante el desarrollo de la Investigación-acción, tal como registré en mi bitácora, tuve la oportunidad de realizar cambios en la planificación y aplicar una nueva forma de retroalimentación de la prueba (IRIP-B32), la que, gracias las observaciones sobre el uso del lenguaje realicé enfocada en las palabras claves que se trabajaron durante la unidad. Este sencillo cambio, permitió que las y los estudiantes reconstruyeran sus respuestas incorporando vocabulario técnico, lo que reafirma la importancia de trabajar intencionadamente el uso del lenguaje científico en el aula.

Respecto del ámbito referido a que las y los estudiantes interactúen con la cultura científica a través de actividades sensorio-motrices, se fundamenta en que permiten **[9] aprendizajes significativos** y con ello, una **[10] mejor y mayor comprensión de los conceptos científicos**. Ahora bien, es importante considerar que, dichas actividades deben ser **[11] diversas**, para ampliar las oportunidades de interactuar con el mundo y evitar sesgos. Uno de las observaciones registradas en la bitácora, da cuenta de que: “los equipos de trabajo, en su mayoría, manipularon la variable de la temperatura, hasta que el globo se reventara y escuché a un estudiante decir: “nuestro experimento resultó bien porque el globo se reventó” (IRIP-B27). Esto podría explicar, por qué las y los estudiantes evocaron constantemente la idea de la “explosión”, pero también, que al ser, un evento **[12] observado directamente se aprende profundamente**, por lo mismo, es importante diversificar las experiencias, con el fin de mostrar diversos escenarios, que eventualmente, serán ideas que sustenten explicaciones y/o descripciones científicas. Esto además, reafirma el valor transcendental, que posee incorporar al proceso de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales, el aspecto metodológico de las ciencias.

Uno de los últimos vínculos que se efectúan en esta teoría, son aquellos que apuntan a la promoción de la enculturación científica, la que tendrá consecuencias en la Alfabetización Científica de las y los estudiantes, pues la cultura que se desea promover tendrá valores comunes.

Finalmente, plasmar como última reflexión, que comprender este nuevo ámbito, en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales, también me hace pensar respecto del complejo proceso que implica que las experiencias de aprendizaje, tengan consecuencias positivas en la Alfabetización Científica de las y los estudiantes, puesto que, no solo implica enseñar las Ciencias Naturales como proceso o aproximar a las y los estudiantes a la forma en la que se construye el conocimiento científico, a través de aprendizaje de habilidades de pensamiento científico, tal como propuse inicialmente. Más bien, es un tránsito paulatino, que involucra, potenciar como ya se ha declarado con anterioridad, la capacidad de expresar o comunicar ideas a través de un lenguaje científico y la realización de experiencias prácticas diversificadas, que fomenten una enculturación científica (Cañal, 2014), pero, si la alfabetización es una meta común de las disciplinas que se imparten en los establecimientos educacionales con el fin de formar ciudadanas y ciudadanos integrales, entonces ¿Será esta solo una tarea para el área de las Ciencias

Naturales? Ciertamente que no, por lo mismo, vislumbro para el futuro, un trabajo interdisciplinar con el área de Lenguaje y Comunicación, por ejemplo y siempre con el deseo de propagar a otras áreas la importancia de crear para nuestras y nuestros estudiantes, una cultura de escuela que enriquezca sus experiencias, para que su cultura cotidiana, muchas veces limitada por su contexto socio-cultural, en especial en establecimientos con altos índices de vulnerabilidad, como es mi caso, no sea un obstáculo en su formación.



**Figura 6.** Teoría construida a partir de la reflexión y conclusión de los resultados. (Elaboración autora).

Entendiendo que esta Investigación-acción se inicia para mejorar mis conocimientos y mi práctica pedagógica (McKernan, 2008), en cuanto a la enseñanza de las Ciencias Naturales en coherencia con los propósitos de alfabetizar científicamente, a continuación se describiré una propuesta de mejora sustentada, en dicha premisa y las conclusiones construidas.

Como ya se ha plasmado con anterioridad, la conclusión general de esta investigación, realza la importancia de que los procesos de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales aproximen a las y los estudiantes a vivir la cultura científica, para aprender desde ella. Esta nueva forma de percibir y comprender la Educación Científica, posiciona mi rol como profesora de Ciencias Naturales en un enfoque sociocultural, que valora la cultura de las y los estudiantes presentes en las aulas y la considera como factor determinante para aprender Ciencias Naturales.

Esta nueva visión sobre aprendizaje de las ciencias, concuerda con el enfoque de la enseñanza situada, entendiéndolo que su visión:

“destaca la importancia de la actividad y el contexto para el aprendizaje y reconoce que el aprendizaje escolar es, ante todo, un proceso de enculturación en el cual los estudiantes se integran gradualmente a una comunidad o cultura de prácticas sociales” (Díaz Barriga, 2003, pág. 2).

Por tal razón, promover el aprendizaje a través de este enfoque es una de las primeras acciones a ejecutar en el futuro. Lo cual implica que, mi práctica pedagógica debe considerar prácticas educativas auténticas (Díaz Barriga, 2003) que sean relevantes social y culturalmente. Lo cual además, permitirá concretar avances en el proceso de enculturación científica y con ello en la Alfabetización Científica, ya que, permitirá que las y los estudiantes usen sus aprendizajes en contextos cotidianos, usen un criterio científico en la toma de decisiones y reflexionen sobre cómo impactan las ciencias en la sociedad, en otras palabras: Alfabetización Científica práctica, cívica y cultural (Cañal, 2014), respectivamente.

Así también, las experiencias de aprendizaje deben considerar además de un contexto real y relevante, una etapa de problematización donde las y los estudiantes pongan en tela de juicio sus propias ideas cotidianas y tengan la “oportunidad de pensar explicaciones o soluciones alternativas” (Harlen W. , 2007, pág. 50) sobre un fenómeno natural y que estas sean la base de su investigación escolar, para que sus hipótesis iniciales evolucionen hacia un modo más científico de entender el mundo.

Respecto de la formación lingüística que deben desarrollar las y los estudiantes, entendiéndolo que, el lenguaje desempeña un “papel significativo en el desarrollo del pensamiento” (Barnes, 1976; cp. Harlen W, 2007) es una prioridad, valorarlo como un “medio que permite reinterpretar el mundo” (Harlen W. , 2007) razón por la cual, su trabajo en el aula debe ser intencionado a través de la planificación de experiencias de aprendizaje que fortalezcan el diálogo, el debate de ideas o la comprensión de textos científicos, por ejemplo.

Finalmente, creo que uno de los mayores desafíos, con los que me encontraré en la implementación de estas nuevas acciones, son los Objetivos de Aprendizaje presentes en

las Bases Curriculares, puesto que, muchos de ellos priorizan el aprendizaje de las ciencias como producto, por lo tanto tendré que resignificar en contexto los aprendizajes que allí se proponen, lo que involucra un ajuste significativo en la jerarquización y selección de estos. Pero, es un ejercicio absolutamente valioso, en virtud del aprendizaje de mis estudiantes.

## Bibliografía

- Agencia de Calidad de la Educación. (2019). *Agencia de Calidad de la Educación*. Recuperado de: <https://www.agenciaeducacion.cl/evaluaciones/que-es-el-simce/nacionales/#:~:targetText=Simce%20es%20una%20evaluaci%C3%B3n%20de,que%20cursan%20los%20niveles%20evaluados>.
- Agencia de la Calidad. (2019). *SIMCE*. Recuperado de: <https://www.simce.cl/ficha2018/6basico.php>
- Agencia de la Calidad de la Educación. (2016). *Agencia de la Calidad de la Educación*. Recuperado de: [https://www.agenciaeducacion.cl/wp-content/uploads/2016/02/Presentacion\\_Reporte\\_de\\_calidad.pdf](https://www.agenciaeducacion.cl/wp-content/uploads/2016/02/Presentacion_Reporte_de_calidad.pdf)
- Cañal, P. (2014). La alfabetización Científica: ¿Necesidad o utopía? *Cultura y Educación*, 245-257.
- Díaz Barriga, F. (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 1-11.
- Díaz Barriga, F. (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. *Revista Electrónica de Investigación Educativa* 5 (2), 1-11.
- Flick, U. (2015). *El diseño de la investigación cualitativa*. Madrid: Morata.
- Furman, M., & de Podestá, M. E. (2010). *La aventura de enseñar Ciencias Naturales*. Buenos Aires: Aique Educación.
- Furman, M., Gellon, G., Rosenvasser Feher, E., & Golombek, D. (2018). *La ciencia en el aula: Lo que nos dice la ciencia sobre cómo enseñarla*. Autónoma de Buenos Aires: Siglo XXI Editores Argentina.
- Harlen, W. (2002). Evaluar la Alfabetización Científica en el programa de la OCDE para la evaluación internacional de estudiantes (PISA). *Investigación Didáctica*, 209-216.
- Harlen, W. (2007). *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. España: Morata.
- Izquierdo, M. (2007). Enseñar ciencias, una nueva ciencia. *Enseñanza de las Ciencias Sociales*, 125-138.
- Jiménez, M. P. (2000). Modelos Didácticos. En P. Cañal de León, & F. J. Perales Palacios, *Didáctica de las ciencias experimentales: Teoría y práctica de la enseñanza de la ciencias* (págs. 165-186). España: Marfil.
- Lederman, J., & Lederman, N. (2010). El desarrollo del Conocimiento Pedagógico del Contenido para la Naturaleza de las Ciencias y la Indagación Científica. En H. Cofré, *Cómo mejorar la enseñanza de las Ciencias en Chile* (págs. 127-162). Santiago: UCSH.
- McKernan, J. (2008). *Investigación - acción y curriculum*. Madrid: Morata.
- Ministerio de Educación. (2015). *Bases Curriculares*. Santiago: Unidad de Curriculum y Evaluación.
- OCDE. (2006). *El programa PISA de la OCDE: Qué es y para qué sirve*. México: Santillana.
- OCDE. (2017). *Evaluaciones de Políticas Nacionales de Educación EDUCACIÓN EN CHILE*. Santiago: Sm.
- Osses, S., Sánchez, I., & Ibáñez, F. (2006). Investigación cualitativa en educación. Hacia la generación de teoría a través del proceso analítico. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 119-133.
- Pozo, J. I. (2002). La adquisición de conocimiento científico como un proceso de cambio representacional. *Investigación en Enseñanza de las Ciencias*, 245 - 270.
- Pozo, J. I., & Gómez Crespo, M. Á. (2018). *Aprender y Enseñar Ciencias*. Madrid: Morata.
- Sandín, M. P. (2003). *Investigación cualitativa en educación: fundamentos y tradiciones*. España: McGraw-Hill.
- Strauss, A., & Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Colombia: Universidad de Antioquia.
- Suárez, M. (2002). Algunas reflexiones sobre la investigación - acción colaboradora en la educación. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 40-56.
- Varela, F. (2000). *El fenómeno de la vida: Cuatro pautas para el futuro de las ciencias cognitivas*.
- Vygotsky, L. S. (1995). Pensamiento y Lenguaje. En L. S. Vygotsky, *Pensamiento y Lenguaje* (págs. 1-123). Fausto. Obtenido de <http://psikolibro.blogspot.com>

### Anexo 1. Lista de cotejo para autoevaluar una planificación bajo el modelo didáctico. Enseñanza por indagación

INDICADORES	Si	No
1. Jerarqué conceptos claves (idea científicas fundamentales) para la unidad.		
2. Determiné ideas secundarias para cada concepto clave.		
3. Formulé preguntas guías para introducir los conceptos claves.		
4. Los conceptos claves son planificados a partir de la secuencia: Fenómeno, idea y terminología.		
5. Diseñé experiencias para aproximar el concepto clave a los/las estudiantes. Estas pueden ser: experimentar, analizar experimentos históricos, analizar resultados de experimentos, leer textos informativos o de divulgación, usar simuladores, etc.		
6. Seleccioné las competencias científicas que deseo enseñar.		

Respecto de las competencias científicas que decidí que mis estudiantes debían aprender: En qué número de clase se trabajó y cuáles acciones se llevan a cabo para que los/las estudiantes aprendan dicha competencia:

1. Competencia científica: observación y descripción	Si	No
<b>Nº de la clase en que se enseña:</b>		
1. Se observan intencionadamente aspectos centrales del fenómeno en estudio.		
2. Se identifican semejanzas y diferencias entre objetos o fenómenos observados.		
3. Se usan los sentidos y/o instrumentos.		
4. La observación se describe respondiendo la pregunta ¿Qué es lo que observas?		
5. La descripción se realiza de forma verbal, escrita o con un dibujo.		
6. Se hace explícita la idea de que al existir diferentes observadores hay los datos diferentes.		
2. Competencia científica: formulación de preguntas investigables.	Si	No
<b>Nº de la clase en que se enseña:</b>		
1. Se usan preguntas guías por parte del docente.		
2. Se formulan preguntas a partir de la exploración de un fenómeno.		
3. Se busca y/o logro el conocimiento a través de las respuestas a las preguntas formuladas.		
4. Se estimula la formulación de preguntas a través de situaciones discrepantes.		
3. Competencia científica: la formulación de hipótesis y predicciones.	Si	No
<b>Nº de la clase en que se enseña:</b>		
1. Se formulan hipótesis como una explicación o respuesta a una pregunta.		
2. Se contextualiza los fenómenos para sustentar la formulación de hipótesis.		
3. Se formulan predicciones a partir de predicciones.		
4. Competencia científica: el diseño y la realización de experimentos	Si	No
<b>Nº de la clase en que se enseña:</b>		
1. Se recorren todas las etapas de la experimentación para que los/las estudiantes comprendan el propósito de la experimentación, es decir ¿Qué quiero averiguar con este experimento?		
2. Se pone a prueba una hipótesis.		
3. Se otorga tiempo suficiente para que los/las estudiantes piensen en el diseño experimental (pregunta, hipótesis, resultados posibles, variables, datos y conclusiones)		
4. Se anticipan los resultados esperados, para que los/as estudiantes comprendan el sentido de la experiencia.		
5. Se analizan los resultados obtenidos a la luz de la pregunta de investigación.		
6. Se hace una puesta en común de los resultados obtenidos y las conclusiones.		
5. Competencia científica: la formulación de explicaciones teóricas.	Si	No
<b>Nº de la clase en que se enseña:</b>		
1. Se discuten los resultados obtenidos en la experimentación.		
2. Se responde la pregunta de investigación a partir de los datos obtenidos.		
3. Se comprende por parte de los/as estudiantes que las ideas científicas son explicaciones sustentadas en evidencias que pueden cambiar con el tiempo.		
6. Competencia científica: la comprensión de textos científicos y la búsqueda de información.	Si	No
<b>Nº de la clase en que se enseñará:</b>		

1. Se usa el texto para transformarlo en un mapa conceptual.		
2. Se formulan preguntas para hacerle al texto.		
3. Se cuenta a otro/a la idea principal del texto que leyó.		
4. Se busca información en diferentes fuentes.		
5. Se tiene claridad del propósito con el que se busca información.		
<b>7. Competencia científica: la argumentación.</b>		
<b>N° de la clase en que se enseñará:</b>		
1. Se llega a un consenso de la realidad, es decir se describe lo más adecuadamente posible.		
2. Las afirmaciones de los/las estudiantes se sustentan en evidencias.		
3. Se incentiva la argumentación por parte de los/as estudiantes a través de situaciones que les permitan defender su postura.		

## Anexo 2. Cuestionario para estudiantes (1-IRIE)

**Instrucción:** Para responder marcar con una “X” el rango que mejor expresa tu opinión sobre las acciones que se realizan en la clase de ciencias. **Rango:**

Siempre	Con frecuencia	A veces	Rara vez	Nunca	
4	3	2	1	0	
<b>¿Con que frecuencia realizan estas actividades en clases de Ciencias Naturales?</b>				<b>Rango</b>	
1. Copiar de la pizarra al cuaderno	4	3	2	1	0
2. Leer noticias.	4	3	2	1	0
3. Recortar y pegar.	4	3	2	1	0
4. Responder guías.	4	3	2	1	0
5. Responder cuestionarios.	4	3	2	1	0
6. Mirar elementos naturales en la sala.	4	3	2	1	0
7. Mirar experimentos.	4	3	2	1	0
8. Mirar imágenes.	4	3	2	1	0
9. Mirar videos.	4	3	2	1	0
10. Buscar información en el libro o usando internet.	4	3	2	1	0
11. Hacer un experimento.	4	3	2	1	0
12. Aprender de memoria definiciones.	4	3	2	1	0
13. Decir qué saben sobre un tema.	4	3	2	1	0
14. Hacer preguntas.	4	3	2	1	0
15. Responder preguntas de la profesora.	4	3	2	1	0
16. Leer historias sobre experimentos.	4	3	2	1	0
17. Hacer hipótesis para un experimento.	4	3	2	1	0
18. Hacer predicciones para comprobar una hipótesis.	4	3	2	1	0
19. Conversar sobre cómo cambian las explicaciones científicas.	4	3	2	1	0
20. Hacer modelos (maquetas, dibujos, etc.)	4	3	2	1	0
21. Discutir sobre ideas científicas en grupos.	4	3	2	1	0
22. Exponer a sus compañeros/as.	4	3	2	1	0
23. Exponer usando paneles o póster.	4	3	2	1	0
24. Relacionar temas de ciencia con mi entorno (sociedad).	4	3	2	1	0
25. Pensar en las diferencias entre mis ideas y las científicas.	4	3	2	1	0